



**Maria Fernanda  
da Silva Rodrigues**

**Estado de Conservação de Edifícios de Habitação a  
Custos Controlados**





**Maria Fernanda  
da Silva Rodrigues**

**Estado de Conservação de Edifícios de Habitação a  
Custos Controlados  
Índice de Avaliação e Metodologia para a sua Obtenção**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor José Manuel Cardoso Teixeira, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho e co-orientação do Professor Doutor José Claudino de Pinho Cardoso, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.



## **o júri**

presidente

**José Carlos Esteves Duarte Pedro**  
professor catedrático da Universidade de Aveiro

vogais

**Vasco Manuel Araújo Peixoto de Freitas**  
professor catedrático da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**Paulo Jorge Melo Matias Faria de Vila Real**  
professor catedrático da Universidade de Aveiro

**José Manuel Cardoso Teixeira**  
professor associado da Escola de Engenharia da Universidade do Minho

**José Claudino de Pinho Cardoso**  
professor associado da Universidade de Aveiro

**Victor Miguel Carneiro de Sousa Ferreira**  
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

**José Ângelo Vasconcelos de Paiva**  
investigador coordenador do Laboratório Nacional de Engenharia Civil



## **agradecimentos**

A autora pretende expressar o seu agradecimento e reconhecimento a todos os que contribuíram para a elaboração desta dissertação.

Ao professor José Manuel Cardoso Teixeira, desde o início inexcedível no empenhamento e na orientação científica, disponibilizando sempre todos os meios para que o trabalho prosseguisse. Agradeço ainda a sua enorme compreensão, incentivo permanente e amizade.

Ao professor José Claudino de Pinho Cardoso, na qualidade de co-orientador e na qualidade de presidente do Departamento de Engenharia Civil, agradeço a confiança depositada neste trabalho e na autora, o estímulo e a amizade.

Aos professores António Batel Anjo e José Augusto Bessa Oliveira pelos ensinamentos no âmbito do tratamento estatístico.

Às Câmaras Municipais de Aveiro, Estarreja, Mealhada, Oliveira de Azeméis, Ovar, Vagos, Sever do Vouga, Santa Maria da Feira e respectivos técnicos, a enorme disponibilidade e colaboração prestada, imprescindíveis para a realização deste trabalho.

À CMPH – DOMUSSOCIAL – Empresa de Habitação e Manutenção do Município do Porto, E.M., em especial ao grupo de técnicos que colaboraram na recolha de elementos necessários para efectuar o teste das metodologias desenvolvidas nesta tese.

Aos colegas do Departamento de Engenharia Civil que encorajaram este trabalho.

Aos colegas,  
Hélder José Maranhão pela ajuda prestada durante o trabalho de campo e no desenvolvimento de instrumentos produzidos,  
Hugo Filipe Pinheiro Rodrigues pela contribuição no modelo desenvolvido com recurso ao Excel,  
Joaquim Miguel Gonçalves Macedo pela ajuda prestada durante o desenrolar do trabalho,  
Romeu da Silva Vicente pelas conversas e sugestões.

Ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

A todos os familiares e amigos que permanentemente contribuíram com toda a paciência e compreensão.





## palavras-chave

Conservação; Edifícios; Habitação social/a custos controlados; Anomalias; Índice de avaliação; Metodologia de avaliação; Matriz de observação; Escala de graduação; Modelos de agregação de resultados; Nível de desempenho; Durabilidade; Qualidade; Reabilitação; Estimativa de custos.

## resumo

A promoção de HS e de HCC tem como objectivo disponibilizar habitações a preços abaixo dos de mercado, que assegurem condições de qualidade de vida e de bem-estar minimamente aceitáveis. Porém, a baixa durabilidade das soluções construtivas empregues, tem implicado o aparecimento precoce de anomalias, o não cumprimento dos intervalos expectáveis para a vida útil dos elementos construtivos, a necessidade de intervenções de reabilitação extraordinárias, o maior desperdício e consumo de recursos, a maior frequência de trabalhos de reparação e de reabilitação.

É pois fundamental, proceder-se à avaliação do estado de conservação dos edifícios, identificarem-se as causas das anomalias e as soluções de reabilitação que contribuam efectivamente para o aumento da durabilidade, ou seja da sua vida útil.

Desenvolve-se assim, uma metodologia para se obter um índice de avaliação do estado de conservação da envolvente de edifícios de habitação social/a custos controlados, (IA), e de um modelo de estimativa de custos em função desse índice de avaliação. Para isso, procedeu-se, numa amostra de edifícios, à identificação das principais anomalias visíveis na sua envolvente e dos principais critérios/requisitos de avaliação; construiu-se uma escala para a respectiva graduação; procedeu-se à determinação do grau de degradação de cada critério/requisito de avaliação; desenvolveram-se métodos de agregação que permitem em cada edifício, determinar o grau de degradação de cada um dos critérios/requisitos de avaliação dos elementos construtivos em análise; estimou-se a sua acção sobre o nível de desempenho do edifício; avaliou-se a envolvente do edifício quanto à satisfação das exigências de durabilidade e à facilidade de manutenção e reabilitação; indicaram-se as soluções de concepção e construtivas a evitar em futuros projectos com vista ao respectivo aumento de durabilidade e qualidade. A metodologia mostrou-se, quer durante a fase de investigação de campo, quer durante a de teste, de fácil aplicabilidade, necessitando no entanto de treino e formação dos técnicos envolvidos. Por outro lado, revelou-se uma metodologia de avaliação do estado de conservação da envolvente dos edifícios, cuja aplicação se pode efectuar a edifícios diferentes daqueles em que foi aplicada durante o trabalho de investigação. Verificou-se na fase de teste que a idade e a diferença entre sistemas construtivos dos edifícios não condicionam a aplicação do método, revelando este, uma grande elasticidade na sua aplicação e, confirmando-se deste modo, a validade da aplicação da escala de graduação e das matrizes de avaliação, para qualquer tipo de edifício. No teste do modelo proposto para a previsão do índice de custos de reabilitação da envolvente externa construída, verificou-se que os valores obtidos estão dentro do intervalo de variação determinado durante a investigação, o que permitiu concluir pela aplicabilidade destes modelos.



## **keywords**

Maintenance condition; Dwellings; Social housing; Anomalies; Evaluation index; Evaluation methodology; Observation matrix; Graduation scale; Results aggregation models; Performance level; Durability; Quality; Rehabilitation; Costs estimation.

## **abstract**

To provide adequate qualitative and quantitative levels of housing, great investments have been made in social housing. Most social dwellings have not been built in compliance with essential sustainability principles, therefore compromising their present value. Low durability solutions have contributed to early deterioration of building's envelope, to the no compliance with the estimated service life of the entire building or of its parts, to the need of extraordinary rehabilitation actions, to major waste and consumption of resources.

It is essential to evaluate the building's deterioration state, identify the main causes of the anomalies and the rehabilitation solutions to achieve more quality and durability.

To obtain an evaluation index (IA) of the buildings maintenance condition a methodology was developed. A cost estimation model in function of the evaluation index was presented. To reach these goals the main visual anomalies in the envelope of a set of social dwellings and the main evaluation requirements' were identified; results aggregation methods were developed and the performance level evaluation of each requirement were analysed; the envelope durability and maintainability conditions were evaluated; the design and construction solutions to be avoid in future construction and rehabilitation projects were identified.

During the research and test stages it was verified that the developed methodology to evaluate the deterioration/maintenance condition of the buildings envelope is easily applicable but suitable training is required to applicants. This methodology also revealed to be suitable to different buildings, others than the set considered in the field research.

The methodology applicability is not conditioned by different constructive building systems revealing a great elasticity and the application validity of the graduation scale and of the evaluation matrixes, to any kind of buildings.

The test of the proposed estimation costs models to rehabilitation actions, permitted to verify that the obtain values belong to the variation interval determined during the research. So it can be concluded by its applicability.



Ao Dinis, à Ana e à Marta



# ***ÍNDICE***





ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE QUADROS .....	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	3
1.1 ENQUADRAMENTO.....	3
1.2 OBJECTO DO ESTUDO .....	8
1.3 JUSTIFICAÇÃO DA ESCOLHA .....	8
1.4 OBJECTIVOS .....	9
1.5 METODOLOGIA.....	10
1.6 ESTRUTURA DO TEXTO .....	15
2. HABITAÇÃO SOCIAL.....	21
2.1 CONCEITOS.....	21
2.2 HABITAÇÃO - ENQUADRAMENTO POLÍTICO, SOCIAL E ECONÓMICO .....	22
2.3 CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL EM PORTUGAL .....	23
2.4 A EVOLUÇÃO DO PARQUE DE HABITAÇÃO SOCIAL EM PORTUGAL .....	27
2.5 A ADMINISTRAÇÃO LOCAL E A GESTÃO DO PARQUE HABITACIONAL.....	30
2.6 APOIOS DO ESTADO À HABITAÇÃO.....	31
2.7 ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO NA EUROPA.....	32
2.8 SÍNTESE .....	33
3. ANOMALIAS EM EDIFÍCIOS.....	37
3.1 DEGRADAÇÃO DOS EDIFÍCIOS.....	37
3.2 PRINCIPAIS ANOMALIAS DETECTADAS EM EDIFÍCIOS .....	43
3.3 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS ANOMALIAS NÃO ESTRUTURAIS NOS ELEMENTOS DA ENVOLVENTE EXTERNA DOS EDIFÍCIOS ...	51
3.3.1. Anomalias não estruturais nas paredes de alvenarias .....	51
3.3.2. Revestimentos exteriores de paredes - principais funções .....	52
3.3.3. Anomalias em rebocos tradicionais de paredes de alvenaria .....	54
3.3.4. Anomalias em rebocos pré-doseados de paredes de alvenaria.....	57
3.3.5. Anomalias em revestimentos de pintura de paredes de alvenaria .....	58
3.3.6. Anomalias nos revestimentos cerâmicos de paredes .....	63

3.3.7. Anomalias nas coberturas inclinadas com revestimento em telha cerâmica.....	67
3.3.8. Anomalias em coberturas revestidas com telhas de fibrocimento.....	69
3.3.9. Anomalias em coberturas planas.....	70
3.3.10. Anomalias em vãos envidraçados .....	71
3.4 DEGRADAÇÃO DA ENVOLVENTE EXTERNA DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO SOCIAL .....	73
3.5 ESTRATÉGIAS TRADICIONAIS DE REABILITAÇÃO DE PATOLOGIAS NÃO ESTRUTURAIS.....	81
3.6 CARACTERIZAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE REABILITAÇÃO .....	82
3.6.1. Caracterização económica .....	82
3.6.2. Projecto de revisão do RGEU .....	84
3.6.3. Níveis de intervenção .....	86
3.7 DEVER DE CONSERVAÇÃO DO EDIFICADO .....	88
3.8 FACTORES QUE CONDICIONAM A REALIZAÇÃO DE INTERVENÇÕES NO PARQUE HABITACIONAL EXISTENTE .....	97
3.9 AVALIAÇÃO DO CUSTO DO CICLO DE VIDA DOS EDIFÍCIOS .....	98
4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO E DE APOIO À DECISÃO: ESCALAS .....	105
4.1 INTRODUÇÃO.....	105
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO DE DEGRADAÇÃO/CONSERVAÇÃO DE EDIFÍCIOS .....	105
4.3 MÉTODO DE CÁLCULO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO EDIFÍCIO - INE .....	107
4.4 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE EDIFÍCIOS - MAEC .....	108
4.5 MÉTODO DO GUIDE SOCOTEC.....	112
4.6 MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO .....	114
4.6.1. Objectivos .....	114
4.6.2. <i>Multi-Attribute Decision Aid</i> (MADA).....	114
4.6.3. <i>Quality Function Deployment</i> (QFD).....	118
4.6.4. Análise de Riscos.....	118
4.6.5. Análise multicritério .....	119
4.7 GRAU DE DEGRADAÇÃO DA ENVOLVENTE EXTERIOR CONSTRUÍDA .....	122
4.7.1. <i>Níveis de severidade das anomalias: escalas de referência</i> .....	123
4.8 SÍNTESE .....	126

5. METODOLOGIA DESENVOLVIDA	131
5.1 INTRODUÇÃO .....	131
5.2 OBSERVAÇÃO E DIAGNÓSTICO .....	132
5.2.1. Sistematização da observação .....	132
5.2.2. Escala de valoração .....	136
5.2.3. Agregação de resultados .....	139
5.3 ENTREVISTAS .....	141
5.3.1. Introdução .....	141
5.3.2. Critérios de avaliação .....	142
5.3.3. Análise multicritério .....	145
5.3.4. Justificação da atribuição dos coeficientes de ponderação .....	148
5.4 MODELO DE AGREGAÇÃO COM PONDERAÇÕES .....	155
5.5 CORRELAÇÃO ENTRE O MÉTODO DESENVOLVIDO E O MAEC .....	156
6. INVESTIGAÇÃO DE CAMPO	163
6.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....	163
6.2 FACTORES DE DEGRADAÇÃO .....	173
6.3 ANÁLISE DE RESULTADOS .....	175
6.3.1. Análise dos resultados da avaliação do grau de degradação da envolvente - método não ponderado.....	176
6.3.2. Grau de degradação da envolvente - método com ponderações .....	190
6.3.2.1. Comparação entre os valores de IA obtidos pelo modelo de agregação sem ponderação e pelo modelo com ponderação.....	191
6.3.3. Entrevistas.....	194
6.3.4. Correspondência entre o ND e o Nível de Conservação do NRAU .....	200
6.4 MODELO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE AVALIAÇÃO DOS EDIFÍCIOS - IA.....	201
6.4.1. Modelo de regressão linear múltipla: anomalias - factores de degradação .....	201
6.4.2. Modelo de regressão linear múltipla: índice de avaliação de edifícios - anomalias .....	205
6.4.2.1. Análise do modelo seleccionado .....	211
6.4.2.2. Validação dos pressupostos do modelo de regressão linear .....	213

6.5	ANÁLISE DISCRIMINANTE .....	215
6.5.1.	Resultados da análise discriminante.....	216
6.5.2.	Seleção das variáveis discriminantes.....	217
6.5.3.	Funções discriminantes .....	218
6.5.4.	Coeficientes canónicos .....	219
7.	ÍNDICE DE CUSTOS .....	227
7.1	INTRODUÇÃO.....	227
7.2	ÍNDICE DE CUSTOS - METODOLOGIA PARA A SUA DETERMINAÇÃO .....	228
7.3	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA HOMOGÉNEA .....	230
7.4	ESTIMATIVA DE CUSTOS .....	231
7.5	MODELO DE ESTIMATIVA DE CUSTOS .....	246
7.5.1.	Estimativa de custos - Matrizes de correlação .....	246
7.5.2.	Desenvolvimento do modelo de regressão.....	247
7.5.2.1.	<i>Modelo de previsão de custos, sem aumento da qualidade inicial do edifício: <math>C_{cmédio}</math> em função de <math>IA_1</math>.....</i>	<i>248</i>
7.5.2.2.	<i>Modelo de previsão de custos, sem aumento da qualidade inicial do edifício: <math>C_{cmédio}</math> em função de <math>IA_2</math>.....</i>	<i>249</i>
7.5.2.3.	<i>Modelo de previsão de custos sem aumento da qualidade inicial: custo total médio em função de ATEE .....</i>	<i>250</i>
7.5.2.4.	<i>Modelo de previsão de custos com aumento do nível de qualidade inicial: custo total médio em função de ATEE .....</i>	<i>251</i>
7.6	COEFICIENTE DE ACTUALIZAÇÃO .....	252
8.	TESTE DO MODELO PROPOSTO .....	255
8.1	INTRODUÇÃO.....	255
8.2	TESTE .....	255
8.3	CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS DE TESTE .....	256
8.3.1.1.	<i>Metodologia.....</i>	<i>256</i>
8.3.1.2.	<i>Nota final - determinação do <math>IA</math>.....</i>	<i>257</i>
8.3.1.3.	<i>Nota final - estimativa de custos.....</i>	<i>258</i>

9. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS	265
9.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	265
9.2 DIFICULDADES SENTIDAS.....	265
9.3 SÍNTESE DE RESULTADOS .....	266
9.4 CONCLUSÕES FINAIS.....	271
9.5 TRABALHOS FUTUROS .....	272
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	277
ANEXO A. Conceitos .....	293
ANEXO B. Conceitos de Habitação Social .....	297
ANEXO C. Atribuições dos Organismos Estatais da Administração Habitacional .....	301
ANEXO D. Apoios do Estado à Habitação .....	305
ANEXO E. Critérios de Valoração das Necessidades de Reparação - Censos 2001 .....	313
ANEXO F. Manual de Avaliação do Estado de Conservação - MAEC .....	317
ANEXO G. Matriz de Observação - FMEA .....	331
ANEXO H. Escala de Graduação.....	359
ANEXO I. Folha de Campo.....	375
ANEXO J. Registo de Observações Visuais.....	381
ANEXO L. Método de Agregação Não Ponderado .....	385
ANEXO M. Critérios de Atribuição de Valoração nas Entrevistas .....	391
ANEXO N. Matrizes das Entrevistas .....	401
ANEXO O. Ficha do Edifício.....	407
ANEXO P. Regressão Linear Múltipla .....	411
ANEXO Q. Análise Discriminante Resultados.....	429
ANEXO R. Estimativa de Custos Resultados .....	435
ANEXO S. Teste do Modelo de Custos .....	445



## ***ÍNDICE DE FIGURAS***





## CAPÍTULO 1

Figura 1.1 - Factores relacionados com o nível de desempenho e com a durabilidade dos edifícios (Adaptado de AIJ, 1993)..... 6

Figura 1.2 - Metodologia de pesquisa ..... 14

## CAPÍTULO 2

Figura 2.1 - Estrutura dos Alojamentos Clássicos existentes, por Época de Construção: Portugal - 2001 (INE, 2001 - b)..... 25

## CAPÍTULO 3

Figura 3.1 - Incidência de anomalias - A (Adaptado de Watt, 1999)..... 45

Figura 3.2 - Efeitos no desempenho - A (Adaptado de Watt, 1999)..... 45

Figura 3.3 - Atribuição de anomalias tipo (Adaptado de Watt, 1999) ..... 46

Figura 3.4- Incidência de anomalias - B (Adaptado de Watt, 1999)..... 47

Figura 3.5 - Efeitos no desempenho B - (Adaptado de Watt, 1999)..... 47

Figura 3.6 - Necessidades de reparação em edifícios (Adaptado de INE, 2001-a) ..... 50

Figura 3.7 Percentagem de empreendimentos degradados após a reabilitação (Adaptado de Abrantes *et al.*, 1999) ..... 79

## CAPÍTULO 4

Figura 4.1- MADA *Flow-chart* (Adaptado de Sarja *et al.*, 2005 - a. Fig. 0.1) ..... 117

Figura 4.2- Classificação da fissuração em função da respectiva abertura (Adaptado de Gaspar *et al.*, 2006) ..... 125

## CAPÍTULO 5

Figura 5.1- Escala de graduação para GD=9 ..... 138

Figura 5.2- Matriz de base para as entrevistas ..... 148

Figura 5.3 - Valores médios das ponderações ..... 154

Figura 5.4 - Matriz utilizada na obtenção do IA (índice de avaliação do edifício) relativamente às valorações atribuídas durante a observação visual..... 155

Figura 5.5- Matriz de correspondência 1 ..... 157

Figura 5.6- Matriz de correspondência 2 ..... 157

Figura 5.7 - Correlação entre o coeficiente de conservação (NRAU) e o nível de desempenho dos edifícios (ND) ..... 159

Figura 5.8 - Correlação entre o índice de anomalias (MAEC) e o nível de desempenho dos edifícios (ND) .. 159

Figura 5.9 - Correlação entre o nível de conservação (NRAU) e o nível de desempenho dos edifícios (ND) . 160

## CAPÍTULO 6

Figura 6.1 - Fotografias de alguns dos empreendimentos ..... 164

Figura 6.2 - Percentagem de edifícios construídos por data de construção ..... 166

Figura 6.3 - Tipo e revestimento de cobertura: incidência por data de construção..... 167

Figura 6.4 - Tipo de revestimento de fachadas: incidência por data de construção ..... 169

Figura 6.5 - Isolamento térmico da envolvente: incidência por data de construção ..... 172

Figura 6.6 - Fissuras em fachadas. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia ..... 178

Figura 6.7- Descoloração do revestimento de fachadas. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia ..... 179

Figura 6.8 - Queda e destacamento de revestimentos cerâmicos. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia..... 180

Figura 6.9- Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia ..... 181

Figura 6.10 - Eflorescências. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia ..... 182

Figura 6.11 - Manchas de humidade em fachadas. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia ..... 183

Figura 6.12 - Vãos envidraçados. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia ..... 184

Figura 6.13 - Cobertura. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia ..... 185

Figura 6.14 - Sistema de drenagem de águas pluviais. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia ..... 186

Figura 6.15 - Grau de degradação dos edifícios: anomalia em função da idade. a), b), c), d), e), f), g), i), j): resultados das observações ..... 189

Figura 6.16 - IA1: Índice de avaliação dos edifícios (não ponderado)..... 190

Figura 6.17 - IA2: Índice de avaliação dos edifícios (ponderado)..... 191

Figura 6.18 - Comparação entre os índices de avaliação: IA1 e IA2 ..... 191

Figura 6.19 - Comparação entre os valores de IA relativamente a cada edifício estudado..... 192

Figura 6.20 - Comparação entre o IA obtido por observação visual e o ND. a) Comparação entre o IA1 e o ND. b) Comparação entre o IA2 e o ND ..... 197

Figura 6.21 - Conversão do Nível de Desempenho no Nível de Conservação do NRAU ..... 200

Figura 6.22 - Funções canónicas discriminantes: representação gráfica dos centróides de cada grupo de funções..... 223

## CAPÍTULO 7

Figura 7.1 - Índice médio de custos com manutenção do nível de qualidade inicial, por índice de avaliação dos edifícios.....	241
Figura 7.2 - Índice médio de custos com manutenção do nível de qualidade inicial, por área total da envolvente exterior.....	242
Figura 7.3 - Índice médio de custos com aumento do nível de qualidade inicial por índice de avaliação dos edifícios .....	244
Figura 7.4 - Índice de custos, com aumento do nível de qualidade inicial, por área total da envolvente exterior .....	245



# ***ÍNDICE DE QUADROS***



## CAPÍTULO 2

Quadro 2.1. - Alojamentos clássicos, segundo a forma de ocupação e o estado de conservação (INE, 2001 - b) .....	26
Quadro 2.2 - Edifícios, segundo a época de construção, por estado de conservação (INE, 2001 - a) .....	26

## CAPÍTULO 3

Quadro 3.1- Factores da degradação de edifícios (AIJ, 1993) .....	38
Quadro 3.2- Exigências do utilizador (ISO 6241:1984. Quadro 1) .....	39
Quadro 3.3 – Partes do edifício que desempenham uma ou mais funções necessárias à satisfação das exigências do utilizador (ISO 6241:1984. Quadro 3) .....	41
Quadro 3.4- Agentes que influenciam o desempenho dos edifícios (ISO 6241:1984. Quadro 4) .....	41
Quadro 3.5 - Causas de anomalias - valores médios europeus (Henriques, 2001) .....	44
Quadro 3.6 - Causas de anomalias em edifícios de habitação colectiva (AQC, 2006. Anos de 2002-2004) ...	44
Quadro 3.7- Falhas detectadas em edifícios de habitação colectiva .....	48
Quadro 3.8 - Elementos afectados em edifícios de habitação colectiva (AQC, 2006. Anos de 2002-2004) ...	49
Quadro 3.9 - Incidência de anomalias em função do tempo em edifícios de habitação colectiva ( AQC, 2006. Anos de 2002-2004) .....	49
Quadro 3.10 - Edifícios, segundo a época de construção, por necessidade de reparação (INE, 2001-a) .....	50
Quadro 3.11 - Revestimentos exteriores de paredes (adaptado de Veiga, 2004. Quadro 1) .....	53
Quadro 3.12 - Anomalias em rebocos tradicionais: sintomas, causas e reparação (Adaptado de Veiga, 2002 e Miranda, 2002) .....	54
Quadro 3.13- Anomalias em rebocos pré doseados: sintomas, causas e reparação (Adaptado de Veiga, 2002 e Leirós, 2006) .....	57
Quadro 3.14 - Defeitos do revestimento de pintura durante o uso: sintomas, causas e reparação (Adaptado de Eusébio <i>et al.</i> , 2005) .....	59
Quadro 3.15 - Anomalias em sistemas de revestimento cerâmico de fachadas: sintomas, causas e reparação (Adaptado de Lucas e Abreu, 2005 e MARC, 2003). .....	64
Quadro 3.16 - Anomalias mais frequentes nas coberturas inclinadas com revestimento em telha cerâmica (Adaptado de Fonte: MATC, 1998) .....	68
Quadro 3.17 - Revestimentos de impermeabilização: estado de degradação e modos de falhas (Lair <i>et al.</i> Chevalier, 2002) .....	71
Quadro 3.18 - Anomalias mais correntes em vãos envidraçados (Adaptado de Viegas, 2002) .....	72

Quadro 3.19 - Aspectos gerais da degradação em edifícios de habitação social (Adaptado de Cabrita <i>et al.</i> 2000) .....	74
Quadro 3.20 - Caracterização das anomalias identificadas após as acções de reabilitação (Adaptado de Abrantes <i>et al.</i> , 1999) .....	75
Quadro 3.21 - Apreciação global dos empreendimentos após as intervenções de Reabilitação (Adaptado de Abrantes <i>et al.</i> , 1999) .....	78
Quadro 3.22 - Síntese da avaliação da degradação após reabilitação (Adaptado de Abrantes <i>et al.</i> , 1999) .	79
Quadro 3.23 - Satisfação com a habitação (Adaptado de LNEC, 2004) .....	80
Quadro 3.24 - Satisfação com o edifício (Adaptado de LNEC, 2004) .....	80
Quadro 3.25 - Classificação da reabilitação (Adaptado de Bezelga e Neto, 1985).....	83
Quadro 3.26 - Fórmulas-tipo de revisão de preços para obras de reabilitação de edifícios (Despacho n.º 1592/2004; Paiva <i>et al.</i> , 2007).....	84
Quadro 3.27 - Classificação das intervenções em edificações existentes .....	85
Quadro 3.28 - Níveis de reabilitação (Adaptado de Paiva <i>et al.</i> , 2007) .....	87
Quadro 3.29 - Exemplo de classificação de período de vida útil planeada ( <i>planned service life</i> ) do edifício (Adaptado de AIJ, 1993. Quadro 2.2.1) .....	91
Quadro 3.30- Classes recomendadas para o tempo de serviço planeado de partes do edifício, elementos ou componentes (Adaptado de AIJ, 1993. Quadro 2.2.3).....	92
Quadro 3.31 - Durabilidade das construções em função da durabilidade dos produtos (Hodve, 2004. Table A3.2; MARC, 2003. Quadro 2.3.5).....	93
Quadro 3.32- Periodicidade das acções de manutenção/conservação (Adaptado de MARC, 2003; MATC, 1998; GVB, 1992; EPP/FPP, 1999).....	94
Quadro 3.33 - Data das intervenções em empreendimentos de habitação colectiva promovidas pelo ex-IGAPHE no Distrito de Aveiro .....	96

#### CAPÍTULO 4

Quadro 4.1 - Necessidades de reparação (Recommendations, 2000) .....	106
Quadro 4.2 - Estrutura da pergunta 17 do “Questionário de Edifício” do Censos 2001 (INE, 2001 - c) .....	107
Quadro 4.3 - Para edifícios com 1 ou 2 pavimentos - ponderadores (INE, 2003).....	107
Quadro 4.4 - Para edifícios com 3 ou mais pavimentos - ponderadores (INE, 2003).....	108
Quadro 4.5 - Modalidades de reparação (INE, 2003).....	108
Quadro 4.6- Coeficientes de conservação dos edifícios (NRAU. Artigo 33º).....	109



Quadro 4.7 - Escalas - MAEC.....	112
Quadro 4.8 - Grelha de avaliação do grau de degradação do edifício (Socotec, 2002) .....	113
Quadro 4.9- Níveis de avaliação qualitativos (Sarja <i>et al.</i> , 2005-a e ALBATROS, 2005) .....	121
Quadro 4.10- Síntese de agregações - Hermione (ALBATROS, 2005) .....	122
Quadro 4.11- Graus de degradação (Marteinsson e Jónsson, 1999) .....	123
Quadro 4.12 - Avaliação da degradação de rebocos de cimento em fachadas (Adaptado de Gaspar e Brito, 2005. Quadro 1) .....	123
Quadro 4.13 - Escala de valoração para a determinação do nível de desempenho dos revestimentos de fachada (Adaptado de Shohet et Paciuk, 2005) .....	124
Quadro 4.14 - Descrição da escala de avaliação física (Adaptado de Shohet et Paciuk, 2005) .....	125
Quadro 4.15 - Descrição da escala de avaliação visual (Adaptado de Shohet et Paciuk, 2005) .....	125
Quadro 4.16 - Condições de avaliação de membranas de impermeabilização de coberturas .....	126
 CAPÍTULO 5	
Quadro 5.1 - Estrutura da matriz de observação - FMEA.....	133
Quadro 5.2 - Estrutura da matriz - FMECA .....	133
Quadro 5.3 - Escala de valoração da probabilidade (Adaptado de CIB W080, 2006) .....	134
Quadro 5.4 - Escala de valoração da severidade (Adaptado de CIB W080, 2006) .....	134
Quadro 5.5 - Escala de valoração da probabilidade de detecção (Adaptado de CIB W080, 2006) .....	135
Quadro 5.6 - Hierarquização do risco e das medidas a implementar .....	135
Quadro 5.7 - Níveis de avaliação do grau de degradação, dos índices de desempenho e critérios de decisão .....	137
Quadro 5.8 - Matrizes de observação com escala de avaliação.....	137
Quadro 5.9 -Síntese de observações .....	139
Quadro 5.10 - Síntese de agregações - método proposto.....	140
Quadro 5.11- Entrevistas - Critérios de avaliação .....	144
Quadro 5.12 - Escala de ponderações (Adaptado de MCDM-23) .....	145
Quadro 5.13 - Escala de valoração do desempenho .....	146
Quadro 5.14 - Nível de desempenho do edifício (ND) .....	147
Quadro 5.15 - Coeficientes de ponderação do estudo de caso Villa 2000 e do MCDM-23.....	150
Quadro 5.16 - Escala de ponderações do MAEC (Adaptado de MAEC, 2006) .....	150

Quadro 5.17 - Coeficientes de ponderação atribuídos aos critérios de avaliação - MAEC (Adaptado de MAEC, 2006) .....	151
Quadro 5.18 - Coeficientes de ponderação atribuídos por grupo de técnicos/especialistas .....	152
Quadro 5.19 - Coeficientes de ponderação atribuídos por grupo de moradores .....	153
Quadro 5.20 - Correspondência entre grau de degradação e o estado de conservação (MAEC, 2006; Portaria n.º 1192 - B/2006, de 3 de Novembro).....	158

## CAPÍTULO 6

Quadro 6.1 - Caracterização da amostra .....	165
Quadro 6.2 - Tipo e revestimento de cobertura por data de construção.....	167
Quadro 6.3 - Tipo de revestimento de fachada por data de construção .....	168
Quadro 6.4- Revestimento de fachada, tipo e revestimento de cobertura por data de construção .....	170
Quadro 6.5 - Isolamento térmico por data de construção .....	172
Quadro 6.6 - Factores de degradação.....	173
Quadro 6.7 - Última acção de manutenção/reparação.....	175
Quadro 6.8 - Estatística descritiva dos resultados das entrevistas .....	195
Quadro 6.9 - Valores percentuais do Nível de Desempenho .....	196
Quadro 6.10 - Identificação de soluções de concepção e construtivas a evitar em futuros projectos.....	198
Quadro 6.11 - Modelos de variação da gravidade das anomalias: coeficientes e valores estatísticos da regressão linear.....	204
Quadro 6.12 - Teste F .....	205
Quadro 6.13 - Resumo dos modelos (selecção <i>Forward</i> e <i>Stepwise</i> ) .....	206
Quadro 6.14 - Modelos de variação do índice de avaliação dos edifícios: coeficientes e valores estatísticos da regressão linear (selecção <i>Forward</i> e <i>Stepwise</i> ).....	207
Quadro 6.15 - Resumo dos modelos (selecção <i>Backward</i> ) .....	208
Quadro 6.16 - Modelos de variação do índice de avaliação dos edifícios: coeficientes e valores estatísticos da regressão linear (selecção “ <i>Backward</i> ”) .....	208
Quadro 6.17 - ANOVA - Teste F .....	211
Quadro 6.18 - Regressão linear múltipla: modelo seleccionado .....	212
Quadro 6.19- Resumo do modelo com a estatística de <i>Durbin-Watson</i> .....	214
Quadro 6.20 - Matriz de correlação entre os grupos de anomalias .....	216

Quadro 6.21 - Teste da igualdade das médias dos grupos .....	217
Quadro 6.22 - Valores próprios associados às funções discriminantes.....	218
Quadro 6.23 - Estatística do teste <i>Wilks' Lambda</i> .....	219
Quadro 6.24 - Coeficientes canónicos standardizados da função discriminante .....	220
Quadro 6.25 - Coeficientes da função de classificação .....	221
Quadro 6.26 - Função de classificação - Exemplo de aplicação .....	222

## CAPÍTULO 7

Quadro 7.1 - Níveis de danos.....	229
Quadro 7.2- Medições do edifício tipo por bloco.....	231
Quadro 7.3 - Medições do edifício tipo por fachada.....	232
Quadro 7.4 - Lista de actividades: reparação/conservação da envolvente exterior construída com manutenção do nível de qualidade inicial .....	233
Quadro 7.5 - Lista de actividades: reparação/conservação/reabilitação da envolvente exterior construída com aumento do nível de qualidade inicial.....	236
Quadro 7.6- Variação de custos com manutenção do nível de qualidade inicial.....	240
Quadro 7.7 - Variação de custos com o aumento do nível de qualidade inicial.....	243
Quadro 7.8 - Coeficientes de correlação entre $IA_1$ , o $C_{cmédio}$ e a ATEE .....	246
Quadro 7.9 - Coeficientes de correlação entre $IA_1$ , o Custo total médio e a ATEE.....	246
Quadro 7.10 - Coeficientes de correlação entre $IA_2$ , o $C_{cmédio}$ e a ATEE .....	247
Quadro 7.11 - Coeficientes de correlação entre $IA_2$ , o Custo Total Médio e a ATEE .....	247
Quadro 7.12 - Equações gerais dos modelos de regressão.....	248
Quadro 7.13- $R^2$ dos modelos de regressão linear para a previsão do índice de custos.....	248
Quadro 7.14 - Modelo de regressão para a previsão de custos ( $C_{cmédio}$ em função de $IA_1$ ) .....	249
Quadro 7.15 - $R^2$ dos modelos de regressão linear para a previsão do índice de custos .....	249
Quadro 7.16 - Modelo de regressão para a previsão de custos ( $C_{cmédio}$ em função de $IA_2$ ) .....	249
Quadro 7.17 - $R^2$ dos modelos de regressão linear para a previsão do custo total médio .....	251
Quadro 7.18 - Modelo de regressão para a previsão de custos sem aumento da qualidade inicial .....	251
Quadro 7.19 - $R^2$ dos modelos de regressão linear para a previsão do custo total médio .....	251
Quadro 7.20 - Modelo de regressão para a previsão de custos com aumento da qualidade inicial .....	252

## CAPÍTULO 8

Quadro 8.1 - Determinação do IA - Teste .....	257
Quadro 8.2 - Custos de conservação/reabilitação por m <sup>2</sup> e índices de custos dos edifícios de teste .....	259
Quadro 8.3 - Custos obtidos através dos modelos de previsão em função de IA1 - empreendimentos 1 e 2	260
Quadro 8.4 - Custos obtidos através dos modelos de previsão em função de IA2 - empreendimento 1 .....	260
Quadro 8.5 - Custos obtidos através dos modelos de previsão em função de IA2 - empreendimento 2 .....	260
Quadro 8.6 - Custo total obtido através dos modelos de previsão em função de ATEE - empreendimentos 1 e 2.....	261
Quadro 8.7 - Custo total dos empreendimentos 1 e 2.....	261

# ***CAPÍTULO 1***

## **Introdução**



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 ENQUADRAMENTO

A necessidade de providenciar adequados níveis de habitação quer em termos quantitativos quer em termos qualitativos levou a que agentes privados e públicos investissem na construção de novas habitações. O aumento significativo do número de habitações registou-se, em Portugal, principalmente após 1970 já que segundo os dados do Censos 2001, 63% dos alojamentos clássicos foram construídos entre 1971 e 2001, tendo-se verificado também uma maior produção de habitação social a partir de 1974. Segundo os dados do referido Censos, verifica-se que existe um elevado número de alojamentos vagos, cerca de 500 mil, continuando no entanto a existir necessidade de alojamentos quer devido a problemas de sobrelotação quer pela degradação ou falta de condições de habitabilidade de um elevado número de residências. Perante o número de fogos a necessitar de obras de reabilitação - 1,3 milhões, as políticas nacionais de habitação têm vindo a incentivar a reabilitação de fogos devolutos degradados, para serem atribuídos a famílias carenciadas no regime de renda apoiada (INE, 2001-a).

Durante o século XX, verificou-se uma enorme intensidade de construção, representando o número de edifícios existentes um grande valor patrimonial, que requer um investimento contínuo em gestão, manutenção, reparação e substituição. O investimento na reabilitação do parque edificado, além de contribuir para a preservação do património existente, contribui para a implementação de uma política de construção sustentável através da diminuição do consumo de recursos naturais e energéticos, da diminuição de resíduos provenientes da actividade de construção, bem como para uma melhor gestão dos solos. O documento ENDS 2002<sup>1</sup> - Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável, identifica como um dos indicadores negativos sobre o ambiente que, na década de 90, *“a área construída<sup>2</sup> aumentou significativamente sendo uma das mais elevadas da Europa, quer em termos de*

---

<sup>1</sup> Ao qual se seguiu o ENDS 2005-2015, e a publicação da Resolução do Conselho de Ministros n.º 109/2007, no Diário da República, 1.ª série – N.º 159 – 20 de Agosto de 2007, que aprova a Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável – ENDS 2015 (ENDS) e o respectivo Plano de Implementação (PIENDS).

<sup>2</sup> Incluindo os sectores residencial, industrial, comercial e o lazer, assim como estradas e outras infra-estruturas técnicas, e omitindo edificações dispersas.

*percentagem do território construído, quer em área construída per capita” e, propõe na segunda linha de orientação que se promova uma política de ordenamento do território sustentável através de medidas que permitam “contrariar a expansão urbana (em mancha de óleo), fruto de incorrectas políticas de ordenamento do território e de inadequadas formas de criação de receitas municipais, contabilizando as externalidades económicas e ambientais daí resultantes, nomeadamente em termos dos transportes, alterações ao uso do solo e degradação dos centros históricos, conferindo primazia à reabilitação dos fogos existentes.*

*Desenvolver uma política de habitação sustentável, visando a revitalização das áreas suburbanas, de zonas residenciais degradadas e a reabilitação do parque urbano. Esta política deverá assentar em três vectores:*

- *a durabilidade, nomeadamente dos materiais de construção, e a adaptação à ocupação ao longo do tempo;*
- *a coesão social, garantindo a acessibilidade ao mercado de habitação a famílias mais necessitadas, a pessoas idosas ou de mobilidade reduzida, garantindo o sentido de comunidade, valorizada pela solidariedade social, diminuindo os custos indirectos resultantes dos transportes/localização, e garantindo a saúde física e psicológica dos seus ocupantes;*
- *a eficiência ecológica, contemplando a racionalização do uso do solo, dos materiais de construção, da energia e da água.”*

Contrariamente aos princípios da construção sustentável tem-se registado um decréscimo na qualidade e durabilidade do património edificado quer público quer privado, que leva à sua degradação precoce e consequentemente a enormes gastos em manutenção, reparação e reabilitação, culminando em muitos casos com a necessidade da sua demolição. A determinação da durabilidade e do período de vida útil de materiais, componentes, instalações e edifícios são reconhecidos como sendo dos factores mais importantes a ter em consideração no sector da construção, dado que influenciam questões de ordem ambiental (sustentabilidade) e questões de ordem económica (o valor do património edificado, os custos anuais de gestão e de manutenção e o custo dos ciclos de vida).

As condições do parque edificado e as questões de ordem económica referidas são da maior importância económica a nível nacional e para o sector da construção. Assim, é fundamental que não persistam ciclos demasiado curtos de reabilitação/degradação, através da garantia da durabilidade das soluções encontradas, contribuindo-se para o aumento da economia das intervenções e para a preservação do meio ambiente.



Os avultados investimentos realizados e a realizar em habitação social, levam à necessidade de se efectuar um estudo sobre o estado de degradação física do parque habitacional público edificado, no sentido de se saber da necessidade e viabilidade de intervenções de reabilitação de modo a dotá-los de maior qualidade e durabilidade. Por outro lado, é necessário que a decisão sobre as intervenções de reabilitação a executar nestes edifícios sejam baseadas em estudos que garantam a satisfação de determinados níveis de desempenho:

- a durabilidade das soluções;
- o aumento da vida útil do edifício;
- a diminuição das intervenções de manutenção e de reparação;
- a introdução de sistemas, componentes e materiais que contribuam para facilitar qualquer intervenção futura.

Factores sociais, económicos e ambientais associados aos elevados custos de reabilitação, levam a que cada vez mais as políticas de habitação dêem prioridade à reabilitação do parque habitacional existente, baseando-se no conhecimento do seu estado de degradação e nas relações custo-benefício das intervenções, bem como na sua durabilidade.

A degradação da envolvente exterior construída dos edifícios é uma das maiores preocupações dos proprietários que os leva a decidirem-se por acções de renovação das suas superfícies com o objectivo de se obter uma melhor aparência geral dos mesmos (Balaras *et al.*, 2005). A imagem dos edifícios está intimamente ligada à qualidade e durabilidade da sua envolvente edificada (ou “pele”), cuja degradação implica avaliações negativas do mesmo, ao gerar sentimentos de insatisfação e de rejeição nos utilizadores e no público em geral. Assim, a qualidade do projecto e da construção da envolvente edificada do edifício, é essencial para se evitar a sua degradação e envelhecimento precoce, pelo que, a sua concepção e execução devem procurar atingir a exigência máxima em termos de durabilidade e resistência a intempéries e a agentes externos agressivos, bem como permitirem a optimização ao nível do conforto ambiental interior (térmico, ventilação, iluminação natural e acústico). No que respeita à construção de habitação a custos controlados (HCC), é então fundamental optar-se por soluções que apresentem relações de custo, desempenho e de qualidade de modo a constituírem soluções económicas e duráveis, que se traduzam em benefícios ao nível dos custos iniciais e dos custos de manutenção, quer nos novos projectos quer nos projectos de reabilitação de edifícios existentes (LNEC, 2004).

Na década de 70 o governo Japonês, detentor de um vasto parque público de habitação, começou a debater-se com os problemas inerentes à sua manutenção e reabilitação em consequência de uma degradação precoce desses edifícios. Dos estudos efectuados relativos à durabilidade dos edifícios foi publicado um guia em 1989, patenteado numa versão inglesa mais sintetizada em 1993, sob o título, *Principal Guide for Service Life Planning of Buildings* (AIJ, 1993). Neste guia, através do fluxograma representado na Figura 1.1, indicam-se os factores a serem analisados e interligados, para se identificarem as melhores opções de reabilitação dos edifícios tendo como objectivo a respectiva optimização: aumento da sua durabilidade ou seja da sua vida útil. Como etapas fundamentais releva-se a determinação do nível de desempenho do edifício e do respectivo grau de degradação.

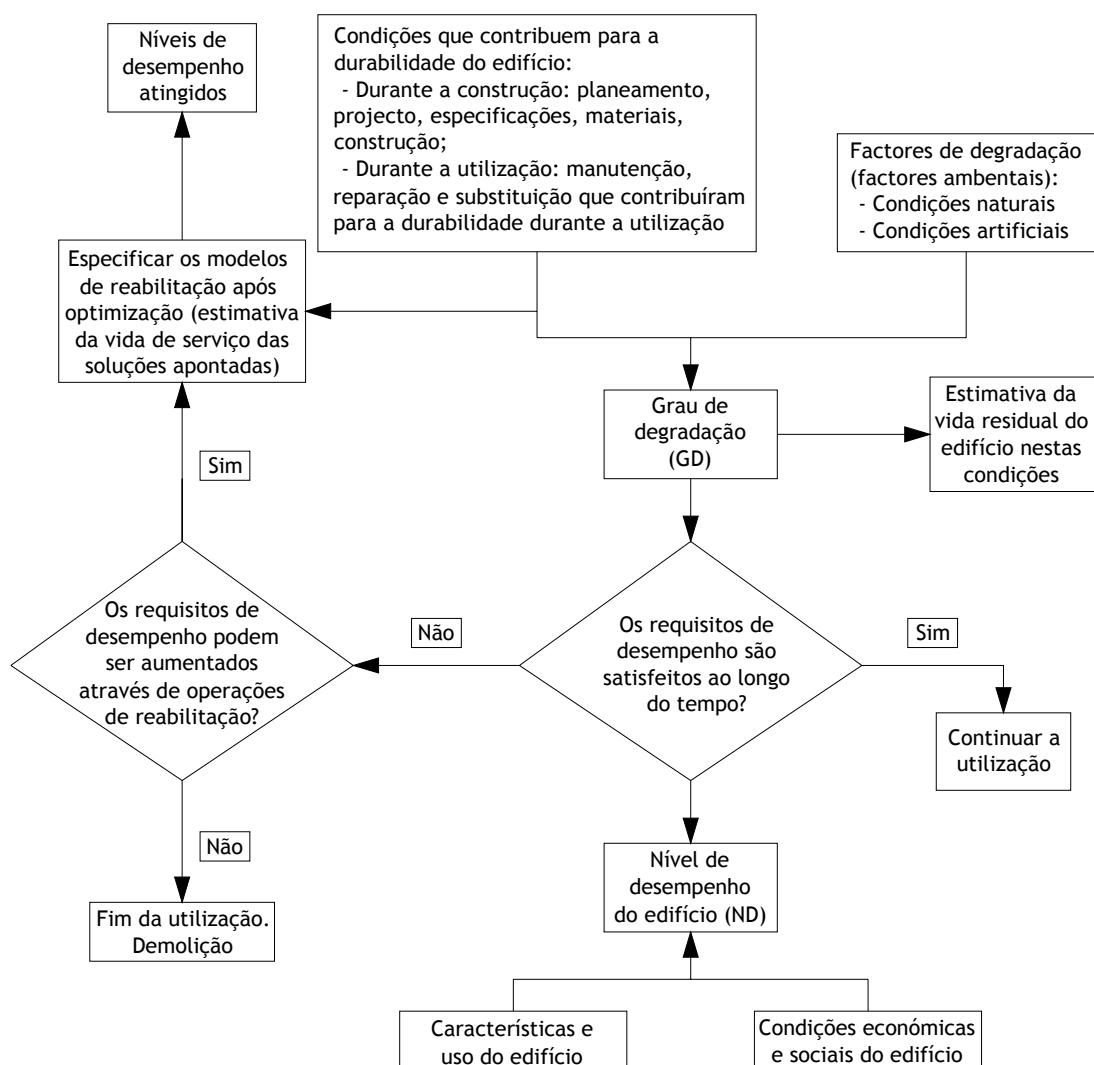


Figura 1.1 - Factores relacionados com o nível de desempenho e com a durabilidade dos edifícios  
(Adaptado de AIJ, 1993)

Além dos trabalhos desenvolvidos no Japão, surgiram diferentes iniciativas que reflectem a importância destes temas, referidas em Hovde (2004).

Conjugada com estas preocupações surgiu também a necessidade crescente de se determinar o custo do ciclo de vida das edificações com o objectivo de se otimizar o seu desempenho bem como otimizar a tomada de decisão entre várias soluções de projecto ou, entre o destino a dar a um edifício existente: reabilitação ou demolição. Desenvolveram-se assim métodos que permitem a previsão do período de vida útil dos edifícios, dos seus componentes e dos seus sistemas, assim como da avaliação do custo do seu ciclo de vida.

Em Portugal os dados do Censos 2001 indicam que existe um número elevado de edifícios de habitação que necessitam de intervenções de reparação<sup>3</sup> e de reabilitação<sup>4</sup>, permitindo obter-se um conhecimento em termos quantitativos e qualitativos do estado de conservação/degradação<sup>5</sup> da generalidade dos alojamentos e edifícios existentes à data da sua realização. No entanto esses dados não permitem, que se conheça especificamente o estado de conservação dos edifícios de habitação a custos controlados/habitação social. A avaliação desse estado e do nível de desempenho destes edifícios, bem como a previsão da evolução dessa degradação é fundamental para se perspectivarem as respectivas necessidades de intervenção.

Este trabalho pretende desenvolver uma metodologia que através da observação visual das principais anomalias<sup>6</sup>/patologias<sup>7</sup> não estruturais, da envolvente exterior construída dos edifícios, permita determinar um índice de avaliação do seu estado de conservação. Dado que através da observação visual não é possível avaliar quer partes inacessíveis, quer requisitos funcionais dos elementos da envolvente, procedeu-se à avaliação do desempenho<sup>8</sup> de determinados requisitos funcionais, dependentes do

---

<sup>3</sup> Reparação – Intervenção destinada a corrigir anomalias (Lucas e Abreu, 2005).

<sup>4</sup> Reabilitação – Intervenção destinada a proporcionar desempenho compatível com exigências ou condicionalismos actuais (Lucas e Abreu, 2005).

<sup>5</sup> Degradação – Alteração progressiva do estado das construções que pode conduzir à ocorrência de anomalias (Lucas e Abreu, 2005).

<sup>6</sup> Anomalia – desvio ou afastamento da regra, forma ou ordem, normal ou comum. Indicação de um possível defeito ou problema, que é directamente visível ou mensurável (Cóias, 2006).  
Anomalia – Redução do desempenho previsto (Lucas e Abreu, 2005).

<sup>7</sup> Patologia - área do conhecimento que se dedica ao estudo das anomalias em edifícios, das suas origens e manifestações (Gr. páthos, doença + logos, tratado). Tem ainda como significado a identificação do próprio fenómeno anómalo em si, ou seja, todo o conjunto de manifestações associadas a uma cadeia de causa-efeito (Rodrigues e Westcot, 2003).

<sup>8</sup> Desempenho - Comportamento relacionado com o uso (Lucas e Abreu, 2005).

desempenho dos elementos da envolvente do edifício, através de entrevistas realizadas aos moradores, acompanhadas de avaliação do interior dos respectivos fogos. Para se obter este índice de avaliação identificaram-se as principais anomalias visíveis na envolvente exterior dum conjunto de edifícios de habitação multifamiliar, construídos a custos controlados no distrito de Aveiro após 1971, que se encontram no regime de arrendamento público, sob gestão autárquica. Para cada anomalia tipificada determinou-se o respectivo grau de degradação (GD) de cuja análise se determinou o índice de avaliação dos edifícios (IA). A partir dos GD e dos IA foram desenvolvidos modelos para a obtenção deste. Determinou-se também um coeficiente que estime os custos da reabilitação da envolvente de cada edifício, em função do respectivo IA. Pretende-se assim fornecer uma ferramenta que facilite e suporte as decisões das entidades gestoras destes parques habitacionais.

## 1.2 OBJECTO DO ESTUDO

O objecto do estudo é o parque habitacional de arrendamento público, construído após 1970, que consiste em empreendimentos designados de habitação social (HS) ou de habitação a custos controlados (HCC), pertencentes aos municípios do distrito de Aveiro.

## 1.3 JUSTIFICAÇÃO DA ESCOLHA

A promoção de HS e de HCC tem como objectivo disponibilizar aos agregados familiares mais desfavorecidos, habitações a preços abaixo dos de mercado, compatíveis com os seus rendimentos, que assegurem condições de qualidade de vida e de bem-estar minimamente aceitáveis (Pedro, 2003). Este tipo de habitação pode ser promovido pelo Estado através de organismos da administração central (a promoção pública do Estado foi transmitida a partir da década de 90 para os municípios), pelas Câmaras Municipais, por Cooperativas de Habitação, por Instituições de Solidariedade Social e por iniciativa privada, através de contratos de desenvolvimento de habitação, podendo-se destinar quer ao arrendamento quer à venda. A promoção de HS e de HCC envolve o apoio financeiro do Estado que de 1992 a 2001, apenas no que respeita à promoção de habitação do parque de arrendamento público, correspondeu a 87 830 milhões de Euros, conforme os dados do Quadro D.1 do Anexo D (SEH, 2004).

Os edifícios têm como objectivo principal responder essencialmente às necessidades de abrigo dos seus ocupantes devendo a envolvente, constituída pelas fachadas e cobertura, estabelecer uma fronteira entre o ambiente exterior e o interior permitindo que este apresente

condições de segurança, de habitabilidade e de conforto, objectivos principais de desempenho esperados pelos respectivos utilizadores. Porém, além destes é fundamental definirem-se objectivos de desempenho relacionados com os aspectos económicos ao longo da vida útil do edifício, com a sua eficiência energética, com a sua durabilidade e sustentabilidade. A baixa durabilidade das soluções construtivas empregues implica o aparecimento precoce de anomalias, o não cumprimento dos intervalos expectáveis para a vida útil dos elementos construtivos, a necessidade de intervenções de reabilitação extraordinárias, o maior desperdício e consumo de recursos, a maior frequência de trabalhos de reparação e de reabilitação o que aumenta também a probabilidade de exposição dos intervenientes a riscos profissionais.

Analisando as principais anomalias identificadas nos edifícios, verifica-se uma grande incidência na sua envolvente exterior, que implica a diminuição do desempenho funcional dos elementos nos quais se manifestam e desenvolvem, bem como o desenvolvimento de patologias nos espaços interiores.

**Pretende-se assim desenvolver uma metodologia que permita obter o índice de avaliação do estado de conservação/degradação da envolvente dos edifícios de HS/HCC em regime de arrendamento público, em função da avaliação do grau de degradação dessa envolvente, bem como, estimar os níveis de desempenho de determinados requisitos internos e externos do edifício, influenciados directa ou indirectamente pelas anomalias que a envolvente exterior apresenta.**

#### **1.4 OBJECTIVOS**

Desenvolver uma metodologia que permita obter um índice de avaliação do estado de conservação da envolvente de edifícios de habitação social/habitação a custos controlados e um modelo de estimativa de custos em função desse índice de avaliação.

Os sub-objectivos em que incidiu a investigação consistiram na:

- obtenção do grau de degradação/índice de avaliação da envolvente exterior do edifício, relativamente às anomalias visíveis mais comuns;
- estimativa dos níveis de desempenho de determinados requisitos funcionais dos edifícios.

Para se atingir este conjunto de objectivos e sub-objectivos houve necessidade de se executar as seguintes acções:

- identificar as principais anomalias visíveis na envolvente exterior;
- identificar os principais critérios/requisitos de avaliação;
- construir uma escala para a respectiva graduação;
- proceder à determinação do grau de degradação de cada critério/requisito de avaliação através dessa escala de graduação;
- desenvolver métodos de agregação que permitam em cada edifício, determinar o grau de degradação de cada um dos critérios/requisitos de avaliação dos elementos construtivos em análise;
- estimar a sua acção sobre o nível de desempenho do edifício;
- avaliar a envolvente exterior do edifício quanto à satisfação das exigências de durabilidade e à facilidade de manutenção e reabilitação, estas intrinsecamente relacionadas com os aspectos de segurança e saúde nas intervenções posteriores à conclusão da edificação;
- indicar as soluções de concepção e construtivas a evitar em futuros projectos, com vista ao aumento da durabilidade e qualidade de futuros empreendimentos;
- determinar as prioridades de intervenção, que satisfaçam sob o ponto de vista da avaliação técnica e da satisfação do utilizador.

## 1.5 METODOLOGIA

Iniciou-se este trabalho com a pesquisa bibliográfica relativa à temática em estudo.

Construíram-se ferramentas para se proceder à avaliação do estado de degradação da envolvente exterior, através da sua observação visual, método escolhido por razões de facilidade de emprego e baixo custo (Molnárka, 2001; Teo et Harikrishna, 2006).

Para a análise das principais anomalias visíveis e do desempenho da envolvente exterior dos edifícios existentes, optou-se pela sua decomposição em elementos de construção (fachadas e coberturas), que por sua vez se subdividem nos vários elementos construtivos que os constituem (Braga, 1990; Leitão, 2003):

- fachadas exteriores: revestimentos de zonas opacas, caixilharias, protecções

exteriores de vãos e aberturas não envidraçadas.

- coberturas: revestimentos, sistemas de impermeabilização, sistemas de drenagem de águas pluviais.

Como instrumentos de apoio das acções de observação visual, foi elaborada uma matriz de observação, baseada no método de análise qualitativa de riscos, FMEA - método da análise de falhas e de efeitos, através da qual se identificam os principais modos de falha dos revestimentos de fachadas em rebocos tradicionais, rebocos pré-doseados, revestimentos cerâmicos e pintura, do revestimento de cobertura em telha cerâmica e telha de fibrocimento, bem como de coberturas planas invertidas e dos elementos de cerramento de vãos. Através da observação visual da envolvente exterior foram avaliadas as principais anomalias para o que foi construída uma grelha de valoração qualitativa e quantitativa, à qual se associaram já critérios de decisão que se baseiam numa escala visual de avaliação conjugada com uma escala de avaliação física. A determinação do Grau de Degradação (GD), traduz a severidade da patologia, quer em termos de extensão, quer em termos da respectiva gravidade, a partir do qual se podem estabelecer as prioridades de intervenção no parque habitacional.

Os resultados da avaliação da envolvente exterior foram complementados com os resultados obtidos através de entrevistas dirigidas a habitantes e responsáveis pela gestão dos empreendimentos e com a observação e análise do interior dos fogos, tendo-se como objectivo a estimativa do nível de desempenho de critérios funcionais previamente definidos.

Para a realização dessas entrevistas optou-se pela aplicação de um método de análise multicritério para se obter a avaliação dos habitantes e responsáveis pela gestão dos empreendimentos relativamente ao nível de desempenho do edifício, relativamente a determinados critérios funcionais, pretendendo-se também conhecer quais são as suas prioridades relativamente às operações de manutenção, reparação ou reabilitação a implementar no edifício. Foi construída uma matriz de base para efectuar as entrevistas aos habitantes dos edifícios a avaliar, na qual foram definidos os critérios principais de avaliação de acordo com as exigências funcionais que se pretendem avaliar. Para cada um destes critérios foram definidos critérios secundários. A metodologia apresentada tem como objectivo a obtenção de uma classificação global para cada um dos critérios principais e posteriormente para o edifício na sua globalidade.

Foram definidos como critérios principais a estanquidade da envolvente exterior, as condições higrotérmicas interiores, as condições acústicas interiores, o aspecto visual da

envolvente exterior, a durabilidade dos materiais e elementos construtivos empregues e a facilidade de manutenção da envolvente exterior.

Assim, **no trabalho de campo**, como amostra para a aplicação do método desenvolvido, escolheu-se o parque de habitação social colectiva de arrendamento público do distrito de Aveiro, sob gestão autárquica.

O trabalho envolveu o contacto inicial com as dezanove câmaras municipais do distrito de Aveiro, para se identificarem aquelas que são detentoras de parque habitacional de arrendamento público. Deste primeiro contacto identificaram-se doze câmaras proprietárias de edifícios de habitação colectiva sob o regime de arrendamento público, das quais oito se disponibilizaram para colaborar nesta investigação. Em cada município recolheram-se dados relativos à caracterização dos empreendimentos.

Procedeu-se à identificação e consequente graduação das anomalias existentes na envolvente exterior desses edifícios, à realização de entrevistas aos moradores de 15,13% dos fogos e à correspondente avaliação interna dos seus fogos, bem como à realização de entrevistas aos técnicos responsáveis pela gestão do parque habitacional.

**Os critérios subjacentes à escolha da amostra foram:**

- entidade gestora: câmaras municipais do distrito de Aveiro
- tipo de edifícios: edifícios de habitação colectiva de arrendamento público
- data de construção: posterior a 1970
- características dos edifícios: edifícios com uma volumetria de rés-do-chão mais 2 ou rés-do-chão mais 3.
- localização: concelhos do distrito de Aveiro.

Na sequência do trabalho de campo procedeu-se à construção da base de dados sobre os edifícios da amostra na qual foram registados:

- dados gerais de identificação;
- identificação das soluções construtivas adoptadas para a envolvente do edifício;
- identificação de sistemas/soluções que facilitem as intervenções posteriores e



previnam os respectivos riscos profissionais;

- principais anomalias identificadas;
- soluções de concepção e de construção a não adoptar em futuros projectos.

Efectuou-se também o registo das anomalias identificadas em cada edifício com a consequente graduação. A partir dos valores de GD obtidos para cada anomalia em cada um dos elementos da envolvente, através do método de avaliação desenvolvido, procedeu-se à agregação dos respectivos resultados, para o que, se desenvolveram dois métodos: um com base no método de agregação de Hermione e o outro, com base no método de análise multicritério aplicado nas entrevistas, no qual, cada valor de ponderação foi obtido através da opinião recolhida de um grupo de técnicos/especialistas do sector e de um grupo de habitantes. Foram comparados os resultados obtidos e analisadas as respectivas diferenças.

Após a análise dos resultados obtidos procedeu-se à construção dos modelos de determinação do IA em função do GD de cada uma das anomalias tendo-se aplicado técnicas de estatística inferencial (regressão linear múltipla) e uma técnica de estatística multivariada (análise discriminante), utilizando o *software* para tratamento estatístico SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences 14.0 for Windows*.

Por último efectuaram-se estimativas de custos para um conjunto de actividades de conservação, reparação e reabilitação da envolvente dos edifícios em estudo, sem aumento do nível de qualidade inicial e com aumento deste nível. Determinou-se um índice de custos em função do IA dos edifícios e, através de modelos de regressão determinaram-se os modelos mais ajustados que permitem efectuar a previsão do índice de custos de reabilitação da envolvente exterior em função da sua avaliação. Para este efeito procedeu-se à prévia recolha de preços unitários junto de entidades e empresas de construção.

O fluxograma da metodologia de pesquisa consta da Figura 1.2.

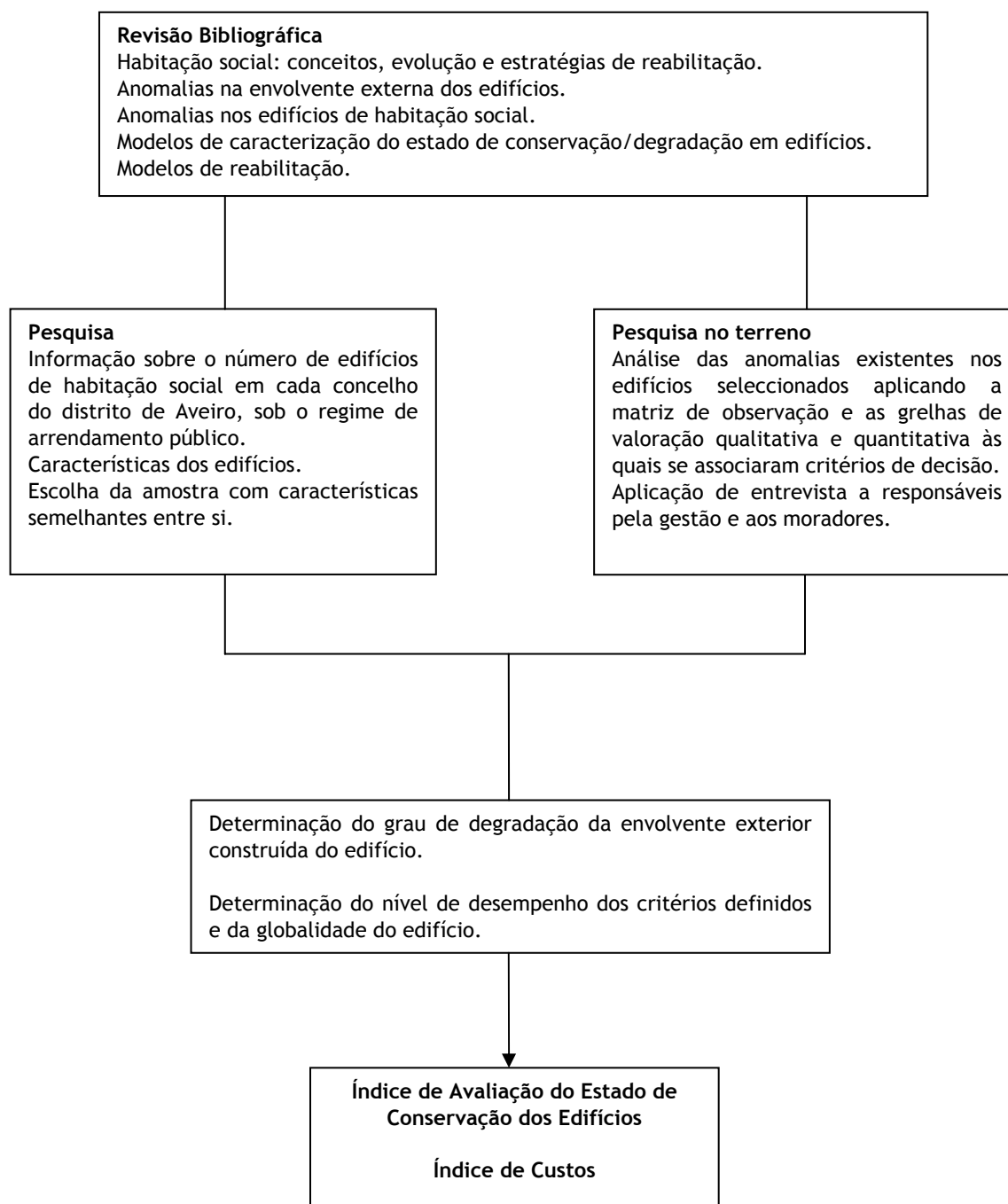


Figura 1.2 - Metodologia de pesquisa

## 1.6 ESTRUTURA DO TEXTO

O texto encontra-se dividido em nove capítulos, incidindo os quatro primeiros sobre a análise bibliográfica de diferentes temas que justificam e suportam o trabalho desenvolvido posteriormente. Nos capítulos cinco, seis e sete é desenvolvida a metodologia empregue no trabalho, efectuada a análise de resultados e o desenvolvimento de modelos. No capítulo oito procede-se ao teste da metodologia de avaliação do IA dos edifícios e do modelo de estimativa de custos. No capítulo nove são apresentadas as conclusões finais e as perspectivas futuras de desenvolvimento do trabalho. Apresenta-se de seguida a descrição resumida de cada um dos capítulos.

Capítulo 1: neste capítulo efectua-se a introdução geral ao problema e procede-se à justificação do estudo. Especificam-se os objectivos do trabalho, sintetiza-se a respectiva metodologia de desenvolvimento e a sua estrutura.

Capítulo 2: a partir da bibliografia disponível caracteriza-se neste capítulo o parque de habitação social e a respectiva evolução e gestão em Portugal, incluindo uma breve caracterização do sector da construção. Apresentam-se as políticas nacionais de apoio à habitação e as europeias de apoio à reabilitação de edifícios de habitação.

Capítulo 3: através da pesquisa bibliográfica efectuada identificam-se os factores que desencadeiam/influenciam os fenómenos de degradação nos edifícios, bem como as exigências funcionais destes para se obter a satisfação do utilizador. Através de trabalhos publicados registaram-se as estatísticas relativas às causas das anomalias em edifícios e à sua incidência sobre os elementos construtivos dos edifícios.

Sistematiza o registo das principais anomalias não estruturais que ocorrem nos elementos construtivos da envolvente exterior: cobertura, fachadas, vãos envidraçados e sistema de drenagem de águas pluviais.

Identifica as principais exigências funcionais aplicáveis à envolvente exterior, as principais anomalias que aí ocorrem, bem como, a respectiva influência na diminuição do desempenho de exigências funcionais relativas à estanquidade, à durabilidade, à manutenção e ao conforto térmico e acústico.

Apresentam-se também os resultados da pesquisa bibliográfica sobre estratégias, tipos e níveis de reabilitação, dever de conservação do edificado e custo do ciclo de vida dos edifícios.

Capítulo 4: através de pesquisa bibliográfica analisaram-se diferentes métodos de avaliação do estado de conservação/degradação de edifícios ou de determinados elementos construtivos, de métodos e ferramentas de apoio à decisão das operações de manutenção e reabilitação de edifícios de habitação. Apresentam-se escalas de graduação do nível de conservação/degradação que se têm vindo a aplicar, tendo por base a observação visual de elementos construtivos.

Capítulo 5: neste capítulo desenvolve-se a metodologia para a avaliação do grau de degradação da envolvente exterior dos edifícios de habitação social, que engloba o:

- desenvolvimento dos instrumentos de apoio para efectuar a observação visual - matriz de observação baseada no método qualitativo de análise de riscos, FMEA;
- estabelecimento da escala de valoração do grau de degradação dos elementos construtivos, baseada na escala de Hermione;
- método de agregação de resultados por elemento construtivo e para o edifício, que permite obter um índice de avaliação do edifício - IA1.

Desenvolve-se a metodologia para efectuar as entrevistas aos habitantes dos edifícios a avaliar. Para se obter a avaliação resultante dessas entrevistas aplica-se um método de análise multicritério ao nível de desempenho de determinados critérios funcionais do edifício. As ponderações atribuídas a cada critério de avaliação foram obtidas através da recolha de opinião de um grupo de técnicos/especialistas do sector e de um grupo de moradores.

Aplica-se este método para se obter o índice de avaliação dos edifícios com ponderação dos critérios de avaliação, obtendo-se o IA ponderado - IA2.

Define-se uma escala de valoração do desempenho de cada requisito/critério de avaliação, que permite determinar os respectivos níveis de desempenho, bem como do edifício, segundo a óptica dos habitantes.

Efectua-se a correlação entre o grau de degradação/nível de desempenho, obtido pelo método desenvolvido, o estado e níveis de conservação obtidos pelo MAEC (no âmbito de aplicação do NRAU), obtendo-se a correspondência entre as classificações dos dois métodos.

Capítulo 6: apresenta-se a análise dos resultados da investigação de campo.

Aplicam-se os métodos de agregação de resultados para se obter o IA1 e o IA2 dos

edifícios.

Analisa-se os resultados das entrevistas realizadas aos moradores e determina-se o nível de desempenho de cada critério de avaliação e do edifício - ND.

Indicam-se as soluções de concepção e construtivas a evitar em futuros projectos, com o objectivo do aumento da durabilidade e qualidade de futuros empreendimentos.

Efectua-se a correspondência entre o ND e o Nível de Conservação do NRAU para se estimar a percentagem de edifícios/locados que podem ser objecto de actualização de rendas e do respectivo coeficiente de actualização.

Desenvolvem-se os modelos de determinação do índice de avaliação dos edifícios, com recurso a técnicas estatísticas e com a aplicação do software para tratamento estatístico SPSS.

Capítulo 7: estimam-se os custos de um conjunto de trabalhos a realizar na envolvente exterior de uma amostra homogénea dos edifícios analisados, e determina-se um índice de custos. Através de modelos de regressão encontram-se os modelos mais ajustados para se estimar o índice de custos de conservação, reparação e reabilitação da envolvente exterior em função da respectiva avaliação (IA).

Capítulo 8: efectua-se o teste à metodologia e aos modelos desenvolvidos, para a determinação do IA e para a estimativa de custos.

Capítulo 9: apresentam-se as conclusões retiradas dos resultados obtidos e as linhas de investigação posteriores, relacionadas com o assunto em questão. Este capítulo realça a contribuição da investigação para uma melhor gestão do parque habitacional construído e para o aumento do conhecimento nesta matéria.



## ***CAPÍTULO 2***

### **Habitação Social**





## 2. HABITAÇÃO SOCIAL

### 2.1 CONCEITOS

Relativamente ao conceito de habitação social existe alguma diversidade nas definições encontradas ao longo da revisão bibliográfica, como se pode verificar através das referências feitas em Conceição (2002), das quais se destaca,

- o conceito de habitação social apresentado por Ball *et al.*(1988), Malpass (2000), Oxley e Smith (1996) e Cardoso (1985) como sendo a habitação:
  - produzida segundo critérios não determinados pelo lucro;
  - distribuída de forma administrativa com base em definições de necessidade;
  - cujas características construtivas, de produção e de consumo são definidas pelo Estado e cuja produção dele depende directa ou indirectamente.
- o conceito apresentado por Priemus (1997), no qual apresenta cinco características sobre as quais discute o “carácter social da habitação social”:
  - produzida com recurso a financiamento estatal;
  - subsidiada pelos governos nacionais;
  - administrada por autoridades locais ou organizações sem fins lucrativos, com condições de funcionamento reguladas publicamente;
  - sujeitas a rendas inferiores às do mercado;
  - destinadas a famílias de baixos rendimentos,

ou seja, define habitação social a partir da conjugação de um grupo de destinatários, de um nível baixo de rendas e do acesso a padrões habitacionais de qualidade, garantidos pela regulação pública.

Em Portugal aparecem em paralelo referências a habitação ou alojamento social (Gros, 1994), a habitação económica (Cardoso, 1983), a habitação protegida, apoiada ou regulada (Cardoso, 1996), a parques de arrendamento público (Cabrita *et al.*, 1998) e a legislação refere-se ainda a habitação a custos controlados, conforme se pode verificar no Quadro B.1 do Anexo B.

## 2.2 HABITAÇÃO - ENQUADRAMENTO POLÍTICO, SOCIAL E ECONÓMICO

Ao longo dos tempos a habitação é uma necessidade das populações, quer em termos de quantidade quer em termos de qualidade. Os governos dos países industrializados para fazerem face às necessidades de alojamento estabeleceram várias políticas de habitação, não deixando desta forma que a única alternativa fosse a oferta privada, no que respeita ao financiamento, construção e atribuição de alojamentos (Doling, 1997). Segundo Bullock (1991), estas preocupações iniciaram-se no final do século XVIII, na sequência da falta de condições de salubridade nas zonas de expansão urbana o que se traduzia em graves problemas de saúde pública. No final do século XIX, especialmente em Inglaterra, o problema começou a ser visto não apenas do ponto de vista da saúde pública mas também como um problema económico já que as populações não tinham rendimentos suficientes que lhes permitissem aceder à compra de habitação, o que originou o desenvolvimento de ofertas de habitação não lucrativa por parte do estado através da administração local (Bullock, 1991, cit. Doling, 1997). Estas políticas foram intensificadas após a primeira guerra mundial na sequência da destruição maciça e da interrupção verificada na construção de novos edifícios, através de políticas de construção de habitação social, que se intensificaram após a segunda guerra mundial em vários países europeus, nomeadamente em França, Inglaterra, Holanda, Alemanha, Bélgica, Dinamarca e Suécia. Nos Estados Unidos as políticas de habitação foram sempre orientadas para a iniciativa privada, tendo-se verificado a construção pública nos anos 30, mas dirigida essencialmente às camadas mais pobres da população, não sendo por isso significativa. No Japão a produção de habitação é também maioritariamente privada apresentando no entanto uma percentagem significativa de construção pública (2,6 milhões de alojamentos), para fazer face às necessidades da população de mais baixos rendimentos. Em Portugal, Grécia e Espanha as políticas de habitação social foram desenvolvidas essencialmente na segunda metade do século XX (Doling, 1997).

As carências habitacionais sentidas, quer qualitativas quer quantitativas, associadas aos baixos recursos económicos de determinados estratos da população, levaram a que o Estado português investisse na construção de habitação social. Desta forma solucionou-se em simultâneo problemas de carência de alojamento e de salubridade. Porém o controlo de

qualidade destas habitações (económicas) e a ausência de estudos sobre o custo global dos edifícios, os respectivos modelos de degradação e a falta de planeamento das acções de manutenção, traduziu-se em baixa durabilidade e consequentemente na degradação precoce e acentuada desses edifícios. Associados a estes factores, o envelhecimento deste parque habitacional e a falta de recursos económicos necessários para a sua manutenção e reabilitação, agravaram a degradação física destes edifícios.

Os problemas urbanísticos, económicos e sociais associados às zonas de habitação social levaram ao desenvolvimento de muitos estudos e modelos de gestão destas zonas que incidem sobre os aspectos urbanos, económicos e sociológicos, como se pode verificar em Conceição (2002).

No entanto a resolução dos problemas sociais que se registam nas zonas de habitação social, bem como a sua regeneração urbana, implicam a necessidade de preservação do edificado através da sua manutenção e reabilitação, de forma planeada e hierarquizada que se inicia através da identificação dos problemas mais prementes que se têm que resolver.

Um aspecto importante a ter-se em consideração quer na construção nova quer em qualquer intervenção sobre o edificado é privilegiar-se a durabilidade e facilidade de manutenção em oposição ao baixo custo inicial da construção. A reabilitação do parque habitacional existente é um mecanismo essencial para que se possam obter habitações económicas que reúnam os requisitos de habitabilidade, ou seja, devem ser promovidas técnicas de intervenção que conjuguem o custo-benefício e a durabilidade das intervenções. Para se atingir esta relação têm que se estabelecer compromissos claros desde a fase de planeamento, projecto e construção, através do emprego de materiais, sistemas e processos que permitam o desempenho esperado pelos utilizadores, bem como facilidade de reparação ou de substituição quando necessário (NAHB, 2002). **Por outro lado a caracterização das principais anomalias que ocorrem nos edifícios permitem a identificação de soluções menos eficazes e a consequente eliminação em futuros projectos.**

### 2.3 CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL EM PORTUGAL

O sector da construção engloba quatro segmentos de actividade: o da engenharia civil, o da construção de habitação, o dos edifícios não residenciais e o da actividade de reabilitação e manutenção. Verifica-se que em Portugal os dois primeiros segmentos têm apresentado maior peso na estrutura produtiva representando respectivamente mais de 30% e de 40% do volume de

produção do sector (Afonso *et al.*, 1998).

A forte produção de edifícios residenciais levou a que desde 1970 até 2001, segundo os dados dos Censos, o número de alojamentos clássicos tenha praticamente duplicado, tendo-se passado de 2,5 milhões em 1970 para 4,8 milhões em 2001. Apesar da elevada produção de alojamentos, o estudo sobre o sector da habitação, realizado pela Secretaria de Estado da Habitação, indica que Portugal tem ainda fortes carências habitacionais que se podem caracterizar em (SEH, 2004):

- quantitativas, no que respeita ao número de fogos necessários para alojar os agregados familiares que vivem em alojamentos não clássicos (barracas, casas de madeira, alojamentos móveis, improvisados e outros), ou em situações de coabitação, ainda que em alojamentos clássicos;
- qualitativas, no que respeita à inexistência de condições mínimas de habitabilidade.

No que respeita aos aspectos qualitativos, segundo os dados do Censos 2001, existem cerca de 27 mil alojamentos não clássicos que alojam 29 mil famílias, o que equivale a 80 mil pessoas e que, 3% das famílias (121 119 famílias), residem em alojamentos clássicos em situação de coabitação com uma ou mais famílias (INE, 2001 - a).

Relativamente ao aspecto quantitativo, verifica-se que se passou, de 1981 para 2001, de uma situação em que o número de alojamentos era apenas ligeiramente superior, para uma situação em que o número de fogos é largamente excedente face ao número de famílias residentes (INE, 2001 - b). A intensidade construtiva destas décadas traduz-se também, na distribuição dos alojamentos clássicos segundo a época de construção, já que cerca de 63% destes alojamentos foram construídos entre 1971 e 2001 (Figura 2.1).

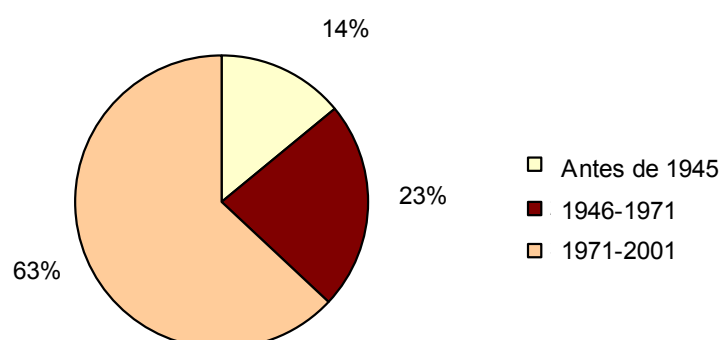


Figura 2.1 - Estrutura dos Alojamentos Clássicos existentes, por Época de Construção: Portugal - 2001 (INE, 2001 - b)

O estudo da Secretaria de Estado da Habitação indica também que, segundo os dados do Censos 2001, 11% do total de alojamentos encontram-se vagos (473 775 alojamentos clássicos), pelo que se poderia concluir que existe um número potencial de alojamentos para fazer face às necessidades das famílias referidas. Porém esta correlação entre o número de alojamentos vagos e o número de famílias com carências habitacionais não é linear, dado que no aspecto qualitativo a realidade dos alojamentos é grave, pois ao problema da sobrelotação junta-se a falta de condições básicas de habitabilidade. Segundo o mesmo estudo 325 mil alojamentos carecem pelo menos de uma das quatro infra-estruturas básicas: electricidade, instalações sanitárias, água canalizada e instalações de banho ou duche. Estas situações verificam-se predominantemente em alojamentos com mais de 40 anos (70%), ou seja, cuja época de construção é anterior a 1960. Regista-se ainda que existem 115 mil alojamentos integrados em edifícios muito degradados, dos quais 57 mil são de residência habitual. Relativamente às causas desta situação o estudo indica o reduzido investimento em recuperação e manutenção, pelo que aponta a reabilitação urbana como um imperativo nacional (SEH, 2004).

Relativamente ao estado de conservação dos alojamentos clássicos, os dados do Censos 2001 permitem concluir que em Portugal existiam cerca de um milhão e 600 mil fogos (32%) a necessitar de pequenas e médias reparações e cerca de 326 mil muito degradados ou a necessitar de grandes reparações. Verifica-se também que a degradação do património edificado afecta proporcionalmente mais os alojamentos arrendados do que os próprios: 56% dos primeiros necessitam de reparações de qualquer tipo, enquanto que para os do segundo tipo esse valor é

apenas de 32%. Os alojamentos vagos são também atingidos maioritariamente pela degradação física: cerca de 54% (291 mil) necessitam de reparações (Quadro 2.1).

Quadro 2.1. - Alojamentos clássicos, segundo a forma de ocupação e o estado de conservação  
(INE, 2001 - b)

Estado de Conservação	Total Geral	Alojamentos Clássicos, segundo a Forma de Ocupação				
		Residência Habitual			Residência Secundária	Vagos
		Total*	Própria	Arrendada		
Sem necessidade de reparação	3 091 013	2 214 208	1 816 298	327 126	624 481	252 324
A necessitar de:						
Pequenas reparações e reparações médias	1 602 909	1 150 295	772 129	335 150	261 446	191 168
Grandes reparações e muito degradado	325 503	186 726	100 042	78 149	38 492	100 285

\* Contém os alojamentos clássicos de residência habitual cedidos gratuitamente.

Quadro 2.2 - Edifícios, segundo a época de construção, por estado de conservação  
(INE, 2001 - a)

Época de Construção	N.º Total de Edifícios	Sem necessidade de reparação	Com necessidade de reparação	Grandes reparações	Muito degradados
Antes de 1919	253 880	50 204	203 676	45 736	39 187
1919-1945	344 936	96 854	248 082	47 258	25 667
1946-1960	357 042	136 694	220 348	29 310	12 565
1961-1970	395 262	200 951	194 311	17 007	6 419
1971-1980	553 349	358 958	194 391	12 128	4 295
1981-1985	359 579	262 942	96 637	5 068	1712
1986-1990	289 351	230 427	58 924	2 994	1031
1991-1995	279 146	236 422	42 724	1 658	679
1996-2001	327 498	294 890	32 608	1 856	810
<b>Total</b>	<b>3 160 043</b>	<b>1 868 342</b>	<b>1 291 701</b>	<b>163 015</b>	<b>329 605</b>

Releva-se ainda que segundo estes dados dos 327 498 edifícios construídos em Portugal de 1996 a 2001, cerca de 10% apresentam necessidades de reparação, dos quais 5,8% necessitam de grandes reparações e 2,5% encontram-se num estado muito degradado (Quadro 2.2). Estes números são preocupantes quanto há falta de qualidade e durabilidade de edifícios muito recentes. O estado de degradação dos alojamentos e edifícios em Portugal, pode-se justificar por um lado pelo facto de não serem objecto de intervenções de manutenção, reparação e de reabilitação, por outro, nos edifícios recentes, devido há falta de qualidade dos materiais, sistemas e processos construtivos empregues.

A análise estatística proporcionada pelos dados do Censos 2001 permite um conhecimento em termos quantitativos e qualitativos do estado de degradação/conservação da generalidade dos alojamentos e edifícios existentes à data da sua realização, não permitindo no entanto, que desses dados estatísticos se extraia especificamente o estado de conservação dos edifícios de habitação social. Efectuaram-se diligências junto do Instituto Nacional de Habitação (actual Instituto de Habitação e Reabilitação Urbana - IHRU), no sentido de se obterem dados relativos ao número, localização e estado de conservação dos edifícios de habitação social existentes, que se mostraram infrutíferos. Os únicos dados obtidos foram os extraídos de estudos que se referem no capítulo quatro. O controlo de custos estabelecido para a construção deste tipo de habitação, aliado à falta de investimento em acções de manutenção preventivas e às escassas acções reactivas de reparação e reabilitação deste parque habitacional, levam a que o seu estado de degradação seja ainda mais grave do que no sector privado.

Para que as entidades proprietárias de parques habitacionais de arrendamento público possam efectuar uma gestão hierarquizada das intervenções a efectuar nesses edifícios, quer sob o ponto de vista técnico quer sob o ponto de vista económico-social, é fundamental que previamente conheçam o seu estado actual de degradação. É pois prioritário que se proceda ao desenvolvimento de um método para se determinar o grau de degradação destes edifícios, que permita o conhecimento prévio do seu estado de conservação, essencial para a identificação de medidas de reabilitação a implementar de forma hierarquizada, bem como, para o planeamento económico dessas intervenções. Por outro lado, a necessidade de se continuar a investir na obtenção de alojamentos para fazer face às carências referidas, quer através da reabilitação de fogos devolutos, quer através da construção nova, deve contemplar soluções que não reproduzam erros de concepção e/ou de construção que levaram à degradação precoce dos edifícios e ao aumento dos custos das intervenções de reabilitação. Será também necessário dotar as entidades gestoras de instrumentos que as guiem para políticas de manutenção preventiva e de co-responsabilização dos inquilinos neste processo.

## 2.4 A EVOLUÇÃO DO PARQUE DE HABITAÇÃO SOCIAL EM PORTUGAL

Em Portugal distinguem-se dois períodos na produção de habitação social, um anterior a 1974 e outro posterior a este ano. No primeiro coexistem dois modelos distintos no qual Cardoso (1983), designa este parque habitacional por habitação económica, dado que efectivamente as preocupações neste período não eram de índole social mas de índole

puramente económica (Cardoso 1983, cit. por Conceição, 2002):

- o implementado pelos municípios, caracterizado por custos e padrões habitacionais reduzidos, dirigidos a famílias de baixos rendimentos e baseado em estatutos de ocupação precários;
- o modelo inicialmente associado às instituições de segurança social - Previdência - e posteriormente ao Fundo de Fomento da Habitação - FFH, de custos e padrões habitacionais variados, que excluía tanto as famílias de mais alto rendimento como as famílias de mais baixo rendimento, destinados ao aluguer ou à venda.

Cabrita *et al.* (2000), apresenta um breve resumo histórico dos programas habitacionais que se desenvolveram em Portugal:

- “casas da caixa” - parque do estado pertencente à Federação das Caixas de Previdência e oriundo das “Habitações Económicas” do regime anterior a 1974, programa que foi extinto em 1970 com a criação do FFH;
- “casas do ex-FFH” - parque do estado pertencente ao Instituto de Gestão e Alienação do Património Habitacional do Estado - IGAPHE, para o qual transitaram as habitações do FFH que se localizavam fora dos municípios de Lisboa e do Porto e que não passaram para os respectivos municípios através do Plano Especial de Realojamento - PER, criado com o objectivo da transição definitiva da promoção pública do Estado para os municípios;
- parques municipais antigos - parques de muito pequena dimensão, excluindo em Lisboa e Porto, que foram construídos ao longo dos anos na sequência de políticas municipais e de apoios estatais, donativos particulares e outros, constituídos por edifícios muito variados, com características abaixo dos padrões de qualidade mínimos estabelecidos, apresentando elevada degradação;
- empréstimos às câmaras - parque de habitação social resultante de políticas de promoção municipal nos anos 60 e 70 resultantes de programas de promoção municipal no Quadro da Habitação Social e da Habitação a Custos Controlados, primeiro idênticas às de nível mais baixo das casas da Caixa de Previdência, depois idênticas às de nível mais baixo do FFH e nos anos 80 idênticas às promovidas pelos outros tipos de HS e HCC, por Cooperativas de Habitação Económica (CHE's) ou por Empresas Privadas (Contratos de Desenvolvimento de Habitação - CDH's, controladas por diploma e despacho oficial regulando as áreas máximas, os custos máximos e a qualidade mínima de construção e equipamentos através de Recomendações Técnicas oficiais);



- bairros de realojamento - parques municipais construídos pela aplicação do Programa de Realojamento<sup>9</sup>, criado em 1987, destinado à promoção municipal para populações insolventes vivendo em barracas ou outras condições degradantes que acedem à habitação pelo regime de arrendamento quase exclusivamente social;
- bairros do IGAPHE - parque com idade variável, geralmente dos anos 60 e 70, que pertenciam ao IGAPHE e que foram transferidos para os municípios das áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto onde se localizavam, através de protocolos associados ao financiamento do PER, nesses municípios. Esta transferência efectuou-se posteriormente, também nos outros municípios, devido à extinção do IGAPHE;
- bairros PER - parques municipais criados através de promoção municipal de habitação ao abrigo do PER, que a partir de 1996 dá um grande impulso à construção de habitação a custos controlados.

A tendência é designar-se por **Habitação Apoiada pelo Estado**, que reflecte um novo modo de encarar a HCC, pois passada a fase de resolução em termos quantitativos das maiores necessidades habitacionais, pretende-se investir definitivamente na qualidade dos empreendimentos cuja construção o Estado vai apoiar (Pedro, 2003).

Para uma melhor compreensão sintetizam-se as principais atribuições dos organismos estatais da administração habitacional, no Quadro C.1 do Anexo C, bem como as respectivas datas de constituição e de extinção.

Do exposto identificam-se três datas importantes na promoção de habitação social em Portugal: 1969 em que é fundado o Fundo de Fomento Nacional, o pós 25 de Abril de 1974 e a

---

<sup>9</sup> Decreto-Lei n.º 226/87, de 6 de Junho, alterado pelo Decreto-Lei n.º 150-A/91, de 22 de Abril, veio permitir a celebração de acordos de colaboração entre o IGAPHE, o INH e os municípios para realização de programas de habitação social municipal destinados ao realojamento de população residente em barracas.

Decreto-Lei n.º 163/93, de 7 de Maio, criou o PER nas Áreas Metropolitanas de Lisboa e do Porto, que visou dar uma resposta mais célere e mais vigorosa às situações de idêntica necessidade de realojamento, dada a maior extensão e gravidade dos núcleos de barracas existentes nos grandes centros urbanos.

Decreto-Lei n.º 87/95, de 5 de Maio que alarga o âmbito de aplicação do Decreto-Lei n.º 226/87, de 6 de Junho - estabelece o regime de cooperação entre a administração local em programas de habitação social por arrendamento. A evidente diferenciação de apoio aos municípios que apenas tinham acesso ao regime do Decreto-Lei n.º 226/87 determinou a publicação do Decreto-Lei n.º 197/95, de 29 de Julho, que veio permitir-lhes beneficiar igualmente de apoio financeiro para aquisição de fogos destinados a realojamento, à semelhança do que acontece no PER.

Decreto-Lei n.º 157/2002, de 2 de Julho que estende às Regiões Autónomas, através dos respectivos Governos, os apoios concedidos pela administração central aos municípios no âmbito da habitação social e realojamento.

Decreto-Lei n.º 271/2003, de 28 de Outubro, vem rever o DL n.º 163/93 no sentido de incentivar a reabilitação urbana

década de 80 com a criação em 1984, do Instituto Nacional de Habitação - INH<sup>10</sup>, com competências para a administração e financiamento de programas de habitação social.

## 2.5 A ADMINISTRAÇÃO LOCAL E A GESTÃO DO PARQUE HABITACIONAL

A análise às disposições legais relativas às atribuições dos municípios feita por Conceição (2002), permite verificar o aumento de competências da Administração Local relativamente às políticas de habitação<sup>11</sup> nomeadamente no que respeita a:

- disponibilizar terrenos para a construção de habitação social;
- promover programas de habitação a custos controlados e de renovação urbana;
- garantir a conservação e manutenção do parque habitacional privado e cooperativo, designadamente através da concessão de incentivos e da realização de obras coercivas de recuperação dos edifícios;
- fomentar e gerir o parque habitacional de arrendamento social;
- propor e participar na viabilização de programas de recuperação ou substituição de habitações degradadas, habitadas pelos proprietários ou por arrendatários.

Esta análise aos programas dos governos constitucionais releva a importância progressiva dada aos municípios em articulação com a administração central, especialmente nas vertentes relacionadas com a habitação social. A situação económica dos municípios, apesar dos regimes de crédito criados para incentivo a novos programas de construção de habitação social, não lhes permite suportar os encargos resultantes da gestão do parque de arrendamento público. Com a determinação da extinção do IGAPHE, em 2002, houve necessidade de se proceder à transmissão do parque habitacional que detinha, para as câmaras municipais, sendo ao todo 140 as câmaras abarcadas por este processo, num total de quase 23 500 casas.

Ao longo dos anos o Estado tem também procedido à alienação por venda de habitações aos moradores, tendo-se transferido assim para estes a responsabilidade pela conservação dos fogos e edifícios. As dificuldades económicas quer das famílias quer da Administração Central e Local levaram a baixos investimentos no âmbito da conservação e reabilitação destes edifícios,

---

em detrimento da aquisição ou construção de fogos novos.

<sup>10</sup> Instituído através do decreto-lei n.º 177/84, de 25 de Maio.

<sup>11</sup> Consagradas pela Lei n.º 159/99, de 14 de Setembro.

cuja degradação contribui para a degradação urbana quer sob o aspecto físico quer sob o aspecto social. Os elevados custos de reabilitação quer do parque habitacional mais antigo quer do mais recente, leva a que se tenha cada vez mais em atenção as relações custo-benefício das intervenções bem como a sua durabilidade.

## 2.6 APOIOS DO ESTADO À HABITAÇÃO

Em Portugal foi após 1974, com a consagração constitucional do direito à habitação como direito social, que se verificam evoluções nas políticas de apoio à habitação que são de três tipos: apoio ao arrendamento, apoio à recuperação do parque habitacional e apoio à aquisição de casa própria. No estudo sobre o sector da habitação, publicado pela Secretaria de Estado da Habitação, verifica-se a evolução do apoio do Estado em cada um destes tipos (SEH, 2004). Para fazer face às necessidades de realojamento o INH, a entidade estatal a quem competia a execução da política de habitação, celebrou com as Câmaras Municipais protocolos para a construção de novas habitações, para as quais o Estado contribuiu com 40 a 50% do seu custo a fundo perdido, financiando o INH a parte restante a juro bonificado. Pela análise do Quadro D.1, constante no Anexo D, verifica-se que se passou de uma produção de 1 283 fogos em 1992 para 6 343 em 2002, o que permitiu o realojamento de 40 104 famílias. Porém, o estudo referido, reconhece que a qualidade e durabilidade destas edificações não tem sido a desejável, existindo actualmente uma grande preocupação com estes aspectos.

Apesar do número e montantes envolvidos nos programas de apoio referidos, estes não foram acompanhados de programas de apoio destinados à reabilitação dos alojamentos de arrendamento público (Conceição, 2002). Os apoios à reabilitação deste parque habitacional passaram a ser mais efectivos com a publicação em 2004 do programa PROHABITA - programa de financiamento para acesso à habitação, conforme se explica no Anexo D.

## 2.7 ESTRATÉGIAS DE REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO NA EUROPA

O estudo comparativo apresentado por Andersen (1999), refere que o problema da deterioração<sup>12</sup> das habitações difere entre os nove países por ele estudados (Áustria, Suíça, Alemanha, Dinamarca, França, Inglaterra, Noruega, Holanda e Suécia), sendo na maioria dos países, o sector do arrendamento privado o mais problemático, devido à falta de incentivo dos proprietários de efectuarem obras de manutenção. Relativamente ao sector de habitação social os problemas sociais associados aos problemas construtivos, aos baixos rendimentos dos habitantes e em muitos casos à falta de verbas para a manutenção dos edifícios levou à sua deterioração. Neste grupo de países o autor identifica três estratégias principais de intervenção:

- estratégia de reabilitação geral da habitação, seguida pela Áustria, Dinamarca e Suécia através da qual todas as habitações estavam abrangidas pelos programas de apoio existentes, bem como por escassas regras que permitiam estabelecer quais os alojamentos que deviam ser reabilitados e como. Na Áustria e na Dinamarca esta acção estava a cargo dos governos locais e na Suécia a cargo dos proprietários, existindo nos três países elevados subsídios estatais para garantirem a permanência dos inquilinos após a renovação das habitações. Esta estratégia muito orientada para a segurança económica e para os direitos dos residentes, permitia uma acção coerente através de programas de renovação em áreas urbanas seleccionadas, com o objectivo de aí resolver problemas económicos, sociais e físicos. No entanto, a necessidade de elevados subsídios estatais face ao baixo investimento privado, levou a uma maior morosidade na intervenção nas zonas mais pobres;
- estratégia de fortes prioridades centrais, seguida pela França, Inglaterra, Noruega e Finlândia, apesar destes dois países apresentarem também grandes semelhanças com o grupo de países indicados anteriormente. Todos estes países desenvolveram sistemas complexos com diferentes programas para diferentes zonas de intervenção seleccionadas, sendo a intervenção do estado, ao nível central, definida por regras detalhadas. Como nestes países a habitação é vista mais como um bem privado, do que como um bem público, houve limites no envolvimento do estado na reabilitação, tendo sido reservados os subsídios para os habitantes de mais baixos recursos económicos. Na Holanda e em França o controlo das rendas levou ao investimento privado no sector da reabilitação;

---

<sup>12</sup> Deterioração - Alteração do estado das construções que conduz à ocorrência de anomalias (Lucas e Abreu, 2005).

- estratégia de limitado envolvimento público, seguida pela Suíça e pela Alemanha, com programas limitados dirigidos à reabilitação da habitação. Nestes países as autoridades locais têm grande poder, sendo a Alemanha o único país com um sistema de incentivos fiscais sobre o edificado, que permite aos proprietários suportarem os investimentos da manutenção e reabilitação da habitação. Estes países criaram condições muito favoráveis para se investir na habitação, liberalizaram o mercado de rendas, o que levou a que não existisse necessidade de intervenção estatal na renovação dos alojamentos, mas, por outro lado, levou à saída dos habitantes mais pobres dos edifícios reabilitados dado não poderem suportar as elevadas rendas praticadas a partir das intervenções de reabilitação.

## 2.8 SÍNTESE

Em Portugal a reconhecida falta de durabilidade e de qualidade das edificações destinadas a habitação de arrendamento público, associada à ausência de programas de apoio destinados à reabilitação desse tipo de alojamentos, levou a que um elevado número apresente diferentes níveis de degradação, com a consequente degradação urbana e social. Para se cumprir uma das metas estabelecidas pelo documento ENDS 2005-2015:

*“Adoptar e implementar, até 2010, uma Estratégia nacional para as Cidades que coloque em vigor os princípios da Agenda 21 Local, que integre a dimensão da reabilitação urbana em pelo menos 80% dos municípios”,* o que passa pelo desenvolvimento de políticas que levem à implementação da linha de orientação aí apontada: *“incentivar a requalificação urbana, favorecendo a difusão do arrendamento urbano e as operações integradas de recuperação de áreas urbanas degradadas”,* é prioritário a **caracterização do grau de degradação desses edifícios, bem como a detecção de degradações precoces nos edifícios recentes, para se decidir sobre a necessidade e tipo de reabilitação a efectuar.** Dada a importância do parque habitacional de arrendamento público no que respeita à satisfação das necessidades de habitação dos estratos da população mais desfavorecidos, é essencial que além dessa satisfação em termos quantitativos, esse parque apresente níveis de qualidade que permitam boas condições de habitabilidade ao nível do alojamento e ao nível urbano. As entidades gestoras destes parques necessitam de instrumentos que lhes permitam identificar as necessidades de intervenção de forma hierarquizada e que as apoiem na decisão sobre o tipo de intervenção a efectuar. Para a elaboração destes instrumentos é necessário caracterizar-se o tipo de anomalias que afectam os edifícios, pelo que se efectuou uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa de campo, a primeira das quais se apresenta no capítulo seguinte.



# ***CAPÍTULO 3***

## **Anomalias em Edifícios**





### 3. ANOMALIAS EM EDIFÍCIOS

#### 3.1 DEGRADAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

As cidades, os edifícios e as infra-estruturas têm um ciclo de vida semelhante a um ser vivo, dado que são concebidos, construídos e ao longo da sua vida útil, envelhecem, degradam-se tendo necessidade de cuidados de conservação, manutenção, reparação e de reabilitação para prevenir a sua degradação.

Segundo Harris (2001), a deterioração observada nos edifícios é um processo natural e inevitável que vai ocorrendo ao longo do tempo não sendo por isso resultado exclusivamente de erro ou falha de projecto ou de execução. Segundo este autor, os mecanismos de deterioração são a consequência da reacção e da interacção entre duas variáveis independentes: o objecto físico e o ambiente. O edifício começa a deteriorar-se imediatamente após a sua conclusão, incidindo inicialmente nos materiais de forma invisível. Este é o “período incipiente” - a deterioração começa apesar da aparente ausência de danos. A este segue-se o período de “deterioração acelerada”, no qual os mecanismos iniciados anteriormente começam a juntar-se, a convergir e a tornarem-se visíveis. Em pouco tempo os componentes começam a apresentar falhas, culminando com a falha total do edifício e com o seu abandono. A última fase da deterioração de edifícios é designada por “período de desaceleração”, que pode ou não começar com o abandono, ou seja com a ausência de intervenção no edifício que se continuará a deteriorar continuamente até virtualmente não restar nada. Apesar da degradação dos elementos construtivos dos edifícios ser uma consequência normal do processo de envelhecimento, existem determinados factores que influenciam esse processo, tais como, a qualidade da construção, as condições climáticas, a falta de acções de manutenção, aumentando os custos de operação de um edifício com os anos, assim como a profundidade das intervenções a implementar, caso não se tomem medidas para diminuir o processo de degradação. Estas medidas envolvem medidas de manutenção, reparação e reabilitação que devem incidir sobre os elementos do edifício. A duração da vida dos elementos construtivos depende não só das suas propriedades físicas, químicas e mecânicas, conferidas aquando do seu fabrico, mas também das condições de manutenção a que são submetidos e da exposição ambiental a que estão sujeitos (Sarja, 2005-a). Para se determinar o grau de degradação de um

edifício tem que se ter em consideração dois grupos de factores - as condições de durabilidade do edifício e os factores de degradação que sobre ele actuam - que contribuem para o desencadear dos fenómenos de degradação, conforme consta no Quadro 3.1.

Quadro 3.1- Factores da degradação de edifícios (AIJ, 1993)

1 - Condições do edifício (durabilidade)		2 - Condições ambientais (Factores de degradação)	
Durante a fase de concepção e de construção	Projecto Especificações Planeamento Materiais Construção	Condições naturais	Temperatura Humidade Radiação solar Vento Chuva Sais
Durante a fase de utilização	Manutenção Reparação Substituição	Condições artificiais	Factores devidos à poluição atmosférica Factores devidos às condições de utilização Factores que surgem como consequências da concepção

Esses factores ao actuarem sobre o edifício desencadeiam os fenómenos de degradação, que se têm que identificar e diagnosticar para se determinar o grau de degradação a partir do qual se pode verificar se o edifício ou os seus componentes continuam a verificar os requisitos de desempenho.

Segundo a ISO 15686-1:2000:

- desempenho é o nível qualitativo de uma propriedade crítica em qualquer momento do período de tempo considerado;
- requisito de desempenho é o nível mínimo aceitável de uma propriedade crítica;
- falha é a perda da capacidade de um edifício ou das suas partes de desempenhar uma função específica;
- avaliação do desempenho consiste na avaliação de propriedades críticas com base em inspecções e avaliações.

Ou seja, desempenho de uma obra, produto ou componente, previsto para constituir um dos órgãos do edifício, é a quantificação das características desse componente que permitam avaliar a sua aptidão para satisfazer ou contribuir para a satisfação, das exigências funcionais desse órgão, nas condições reais de utilização. Será afinal a quantificação do comportamento de um produto em utilização (Lucas, 1990). Ao longo da sua vida útil um edifício tem que cumprir

com uma série de critérios que se podem agrupar em requisitos (Watt, 1999):

- funcionais
- de desempenho
- regulamentares
- do utilizador.

Os princípios subjacentes às operações de reparação, manutenção e reabilitação devem ter como objectivo o cumprimento dos requisitos regulamentares em vigor, facilitar as intervenções futuras (incluindo os registos necessários para o efeito, nomeadamente no que respeita à segurança do trabalho), satisfazer os requisitos funcionais, de desempenho e do utilizador. É fundamental que estas operações eliminem as anomalias e diminuam o grau de deterioração, ou seja contribuam para a melhoria do desempenho dos edifícios e para a optimização do seu período de vida útil. A ISO 6241:1984 contém por categorias, as diversas exigências do utilizador às quais as edificações devem satisfazer ao longo do seu período de vida útil, que se aplicam aos espaços interiores ou à envolvente, independentemente da sua localização ou da sua concepção, e ao edifício na sua globalidade, ou a partes deste (Quadro 3.2) e que a ISO 15686-1:2000 apresenta sinteticamente no respectivo Anexo D.

Quadro 3.2- Exigências do utilizador (ISO 6241:1984. Quadro 1)

<b>Categoria</b>	<b>Exemplos</b>
1. Exigências de estabilidade	Resistência mecânica a acções estáticas ou dinâmicas, isoladas ou em combinação Resistência ao choque e a acções accidentais Efeito das acções repetidas (fadiga)
2. Exigências de segurança contra riscos de incêndio	Risco de deflagração e propagação de um incêndio Efeitos fisiológicos do fumo e do calor Tempo de alerta (sistemas de detecção e alerta) Tempo de evacuação (caminhos de evacuação) Tempo de resistência ao fogo (compartimentação)
3. Exigências de segurança na utilização	Segurança contra os agentes agressivos (protecção contra explosões, queimaduras, mecanismos em movimento, electrocussão, contaminação radioactiva, inspiração ou contacto com produtos tóxicos, infecções) Segurança na circulação (limitação do escorregamento dos pavimentos, passagens livres de obstáculos, presença de guarda-costas,...) Segurança contra a intrusão humana e de animais
4. Exigências de estanquidade	Estanquidade à água (da chuva, do subsolo, das redes de distribuição e de drenagem,...) Estanquidade ao ar e aos gases Estanquidade à neve e às poeiras
5. Exigências higrotérmicas	Limitação da temperatura do ar, do sobreaquecimento interior, da velocidade do ar, da humidade relativa (variação no espaço e no tempo, regulação) Limitação das condensações
6. Exigências de pureza do ar	Ventilação Limitação dos odores

<b>Categoria</b>	<b>Exemplos</b>
7. Exigências acústicas	Limitação do ruído interior e exterior (contínuo e intermitente) Inteligibilidade dos sons Tempo de reverberação
8. Exigências visuais	Iluminação natural e artificial (nível de iluminação, encandeamento, contraste e estabilidade da iluminação) Insolação Sombreamento, possibilidades de ocultação Aspecto dos espaços e das paredes (cor, textura, regularidade, planura, verticalidade, horizontalidade, perpendicularidade,...) Contacto visual no interior dos espaços e com o mundo exterior - condições de privacidade
9. Exigências tácteis	Rugosidade, segura, temperatura de contacto das superfícies Limitação das descargas de electricidade estática
10. Exigências dinâmicas	Limitação das acelerações e vibrações (esporádicas e contínuas) transmitidas ao corpo Conforto dos peões sob a acção do vento Conforto dos desníveis (inclinação de rampas para peões e de escadas) Conforto das manobras (movimento de portas, janelas, comando de equipamentos,...)
11. Exigências de higiene	Instalações sanitárias Limpeza Fornecimento de água potável Redes de saneamento Evacuação de fumos e gases Evacuação de resíduos Limitação da emissão de poluentes - pureza do ar interior
12. Exigências de adaptação dos espaços à utilização	Número, dimensões, geometria, subdivisão e ligações de espaços Equipamento dos espaços Flexibilidade
13. Exigências de durabilidade	Conservação do desempenho durante a vida prevista, desde que a manutenção prevista seja efectuada normalmente, relativa à: <ul style="list-style-type: none"> <li>- conservação da resistência mecânica</li> <li>- conservação dos materiais</li> <li>- acções de choque acidentais</li> <li>- facilidade de conservação e reparação</li> <li>- facilidade de limpeza</li> </ul>
14. Exigências de economia	Despesas de concepção e de construção, despesas de funcionamento e de manutenção Despesas de demolição

A mesma norma identifica as partes do edifício que desempenham uma ou mais funções necessárias à satisfação das exigências do utilizador: a estrutura, a envolvente exterior, elementos construtivos exteriores à envolvente e elementos construtivos interiores (Quadro 3.3).

Quadro 3.3 – Partes do edifício que desempenham uma ou mais funções necessárias à satisfação das exigências do utilizador (ISO 6241:1984. Quadro 3)

1. Estrutura	1.1 Fundações 1.2 Estrutura de suporte
2. Envolvente exterior	2.1 Envolvente enterrada 2.2 Envolvente acima do solo
3. Elementos construtivos exteriores à envolvente	3.1 Elementos exteriores verticais 3.2 Elementos exteriores horizontais 3.3 Escadas e rampas exteriores
4. Elementos construtivos interiores	4.1 Elementos interiores verticais 4.2 Elementos interiores horizontais 4.3 Escadas interiores

Vêm indicados na ISO 6241:1984 e sinteticamente no Anexo C da ISO 15686-1:2000 (Quadro 3.4), os agentes que se devem considerar na determinação do desempenho dos edifícios e que conseqüentemente afectam o período de vida útil dos materiais e componentes de construção, já que constituem os factores de degradação dos edifícios (ISO 15686-1:2000; AIJ, 1993). Em Portugal foram elaborados estudos relativamente às necessidades humanas e exigências funcionais da habitação (Gomes, 1978), bem como quanto às exigências funcionais de revestimentos de piso (Nascimento, 1985) e de paredes (Lucas, 1990).

Quadro 3.4- Agentes que influenciam o desempenho dos edifícios (ISO 6241:1984. Quadro 4)

Natureza	Origem			
	Externos ao edifício		Internos ao edifício	
	Atmosfera	Solo	Devidos à ocupação	Consequência da concepção
1. Agentes mecânicos				
1.1 Pressões	Cargas da neve, água da chuva	Pressão da terra e da água	Cargas de exploração, sobrecargas	Cargas permanentes
1.2 Forças e deformações impostas	Pressão do gelo, dilatações térmicas e higroscópicas	Abatimento Deslizamento	Esforços de operação, punçoamento	Retracção, fluência e deformações impostas
1.3 Energia cinética	Vento, choques exteriores	Sismos	Choques interiores, pancadas	Golpe de aríete

Natureza	Origem			
	Externos ao edifício		Internos ao edifício	
	Atmosfera	Solo	Devidos à ocupação	Consequência da concepção
1.4 Vibrações e ruído	Ruído do vento, do tráfego aéreo, rodoviário e ferroviário, de máquinas,...	Vibrações do tráfego, de máquinas	Ruído e vibrações de música, dança, equipamentos	Ruído e vibrações do edifício e dos seus equipamentos
2. Agentes electromagnéticos				
2.1 Radiações	Radiação solar, radioactividade	Radioactividade	Equipamentos de iluminação, televisões, computadores,....	Pára-raios
2.2 Electricidade	Descargas atmosféricas	Correntes vagabundas		Electricidade estática, corrente de distribuição
2.3 Magnetismo			Campos magnéticos	Campos magnéticos
3. Agentes térmicos	Calor, frio, choque térmico	Calor do solo, gelo	Calor emitido por sistemas de iluminação, aquecimento, pessoas	Sistemas de aquecimento/arrefecimento
4. Agentes químicos				
4.1 Água e solventes	Humidade do ar, condensação, precipitação	Água de superfície, água subterrânea	Projecções de água, condensações, detergentes, álcoois	Água de distribuição, efluentes, infiltrações
4.2 Oxidantes	Oxigénio, ozono, óxidos de azoto	Potenciais electroquímicos positivos	Água oxigenada,...	Potenciais electroquímicos positivos
4.3 Redutores		Sulfuretos	Agentes combustíveis, amoníaco	Agentes combustíveis, potenciais electroquímicos negativos
4.4 Ácidos	Ácido carbónico, ácido sulfúrico	Ácido carbónico,.....	Ácido carbónico, ácido cítrico, ...	Ácido carbónico, ácido sulfúrico,...
4.5 Bases			Hidróxido de sódio, de potássio, de alumínio	Hidróxido de sódio, de potássio,....

Natureza	Origem			
	Externos ao edifício		Internos ao edifício	
	Atmosfera	Solo	Devidos à ocupação	Consequência da concepção
4.6 Sais	Névoa salina	Nitratos, sulfatos, cloretos, fosfatos	Cloreto de sódio	Cloreto de cálcio, sulfatos
4.7 Substâncias quimicamente neutras	Poeiras neutras	Calcário, sílica	Gorduras, óleos, poeiras neutras	Gorduras, óleos, poeiras neutras
5. Agentes biológicos				
5.1 Vegetais e microrganismos	Bactérias, esporos, fungos,....	Bactérias, raízes, cogumelos,...	Bactérias, plantas,....	
5.2 Animais	Insectos, pássaros	Roedores, térmitas,...	Animais domésticos	

A durabilidade e consequentemente o custo do ciclo de vida do edifício estão intrinsecamente relacionados com os mecanismos de degradação sendo essencial a determinação do grau de degradação para se decidir quanto às acções a implementar. Assim, perante a especificação das exigências dos utilizadores e consequentes funções a desempenhar pelos componentes do edifício, tendo em conta os factores que influenciam esse desempenho, podem-se identificar indicadores de desempenho, os possíveis mecanismos de degradação e os respectivos efeitos e, determinar-se, o respectivo grau de degradação e o nível de desempenho dos edifícios (Nireki e Motohashi, 2002).

Da revisão bibliográfica efectuada podem-se definir como principais exigências aplicáveis à envolvente exterior dos edifícios: a estabilidade, a segurança ao fogo, a estanquidade ao ar e à água, o conforto térmico e acústico, a durabilidade e facilidade de manutenção, a economia, o aspecto visual (estética), sendo vários os factores de degradação que afectam a sua durabilidade.

### 3.2 PRINCIPAIS ANOMALIAS DETECTADAS EM EDIFÍCIOS

Segundo Henriques (2001), o facto de não existirem estatísticas fidedignas em Portugal sobre as principais causas das anomalias em edifícios, leva à utilização das análises disponíveis noutros países europeus, na expectativa de que as tendências reveladas se mantenham constantes quando extrapoladas para a situação nacional. Num trabalho de 1984, investigadores espanhóis coligiram a informação existente em vários países europeus, à qual juntaram dados

relativos à situação espanhola, e obtiveram os valores médios europeus que se apresentam no Quadro 3.5 e que não diferem substancialmente da situação espanhola (Chamosa, 1984, cit. por Henriques, 2001). A análise destes dados mostra que a principal fonte de anomalias se deve a incorrecções de projecto, seguida pelos problemas derivados da execução e, num terceiro nível, pelas deficiências atribuíveis aos materiais. Mesmo não se dispondo dos dados nacionais, estes valores correspondem globalmente à ideia que se retira de qualquer análise por amostragem do sector de construção de edifícios, contrariando a ideia instalada na opinião pública não-especializada, de que as principais causas serão devidas ao processo de execução (Henriques, 2001).

Quadro 3.5 - Causas de anomalias - valores médios europeus (Henriques, 2001)

Projecto	42,00 %
Execução	28,40 %
Materiais	14,50 %
Uso	9,50 %
Vários	5,60 %

Em Março de 2006 a *Agence Qualité Construction*, publicou um relatório sobre a qualidade da construção em França, relativo ao decénio 1995-2005, no qual se refere um decréscimo de anomalias com causas provenientes da fase de projecto, atribuindo cerca de 80% das anomalias a causas de execução (AQC, 2006).

Quadro 3.6 - Causas de anomalias em edifícios de habitação colectiva  
(AQC, 2006. Anos de 2002-2004)

Projecto	6,1 %
Execução	84,2 %
Materiais	3,1 %
Manutenção e utilização	2,0 %
Nenhuma causa imputável	1,3 %
Incidentes de estaleiro	0,4 %
Outras	2,8 %

Pesquisas efectuadas em Inglaterra identificaram os principais grupos de anomalias que se manifestam nos edifícios, tendo sido agrupados segundo as falhas tipo de elementos particulares do edifício (Figura 3.1), e os efeitos no seu desempenho, Figura 3.2 (BRE, 1988 cit. por Watt, 1999).



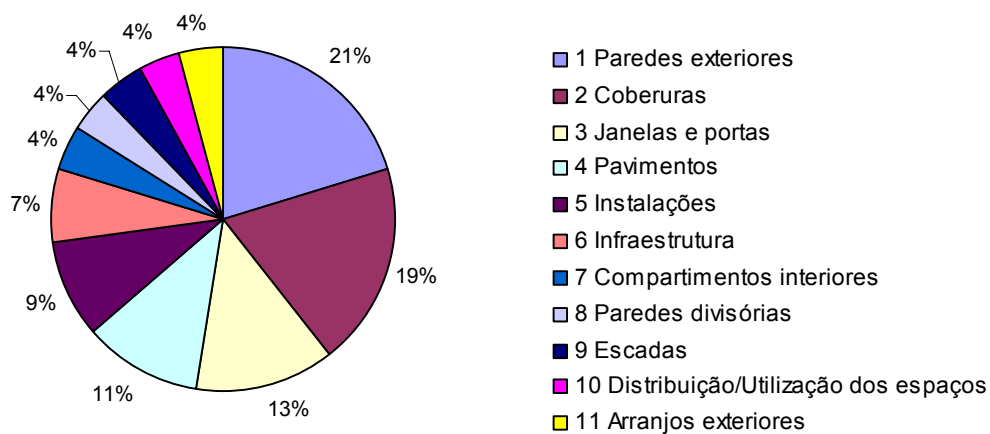


Figura 3.1 - Incidência de anomalias - A (Adaptado de Watt, 1999)

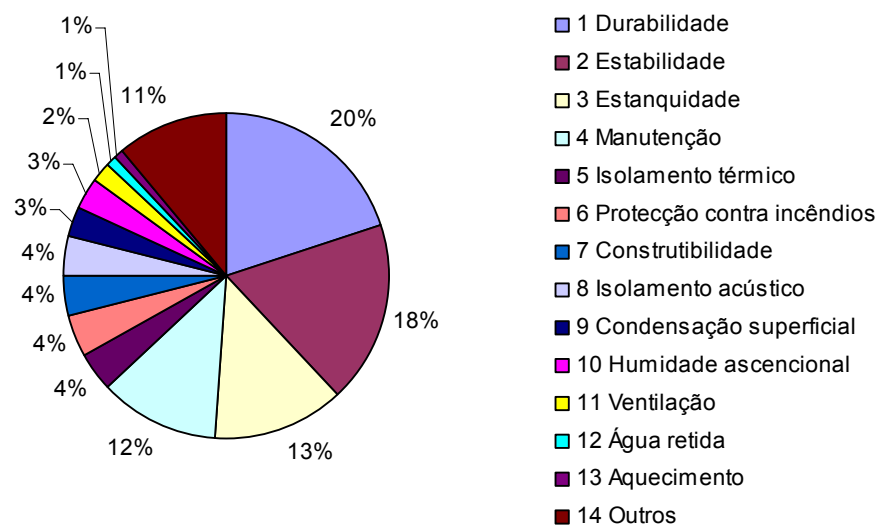


Figura 3.2 - Efeitos no desempenho - A (Adaptado de Watt, 1999)

Trabalhos posteriores desenvolvidos pelo BRE<sup>13</sup> *Advisory Service* e baseados nos dados referidos, BRE (1988), identificaram as dez principais formas de anomalias que ocorrem nos edifícios, Figura 3.3, entre as quais se destaca a grande percentagem atribuída às várias formas de humidade: devido à penetração da água da chuva, à condensação, à água retida e à humidade ascensional (Trotmant, 1994, cit. por Watt, 1999).

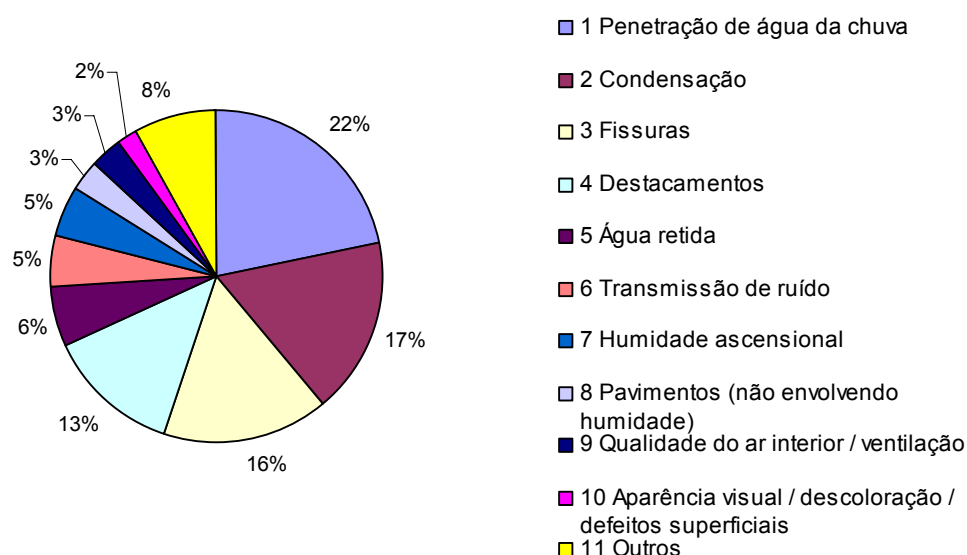


Figura 3.3 - Atribuição de anomalias tipo (Adaptado de Watt, 1999)

Por sua vez o *Construction Quality Forum* construiu uma base de dados sobre as anomalias em edifícios baseada num inquérito aos seus membros, tendo sido efectuados 862 inquéritos, dos quais 303 aplicados a edifícios residenciais. A Figura 3.4 representa a localização das anomalias nos edifícios e a Figura 3.5, como é que essas anomalias contribuem para a diminuição do desempenho dos edifícios (CQF, 1997, cit. por Watt, 1999).

<sup>13</sup> *Building Research Establishment.*

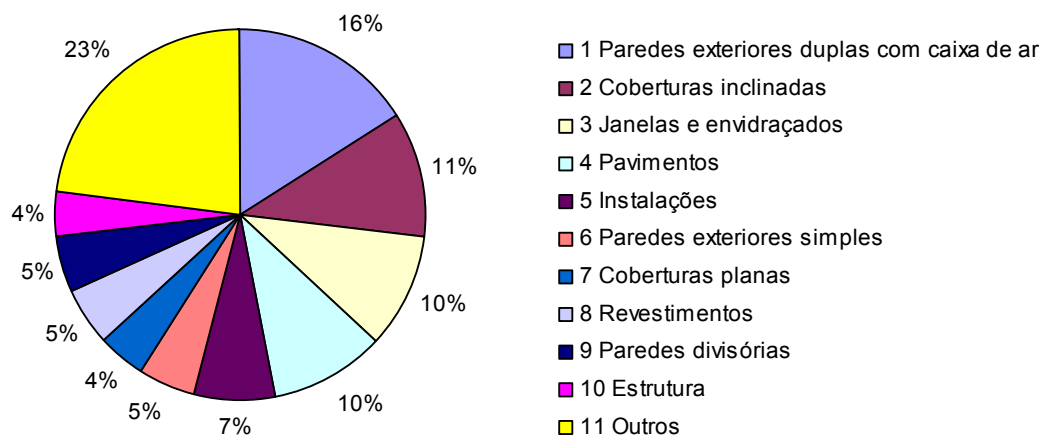


Figura 3.4- Incidência de anomalias - B (Adaptado de Watt, 1999)

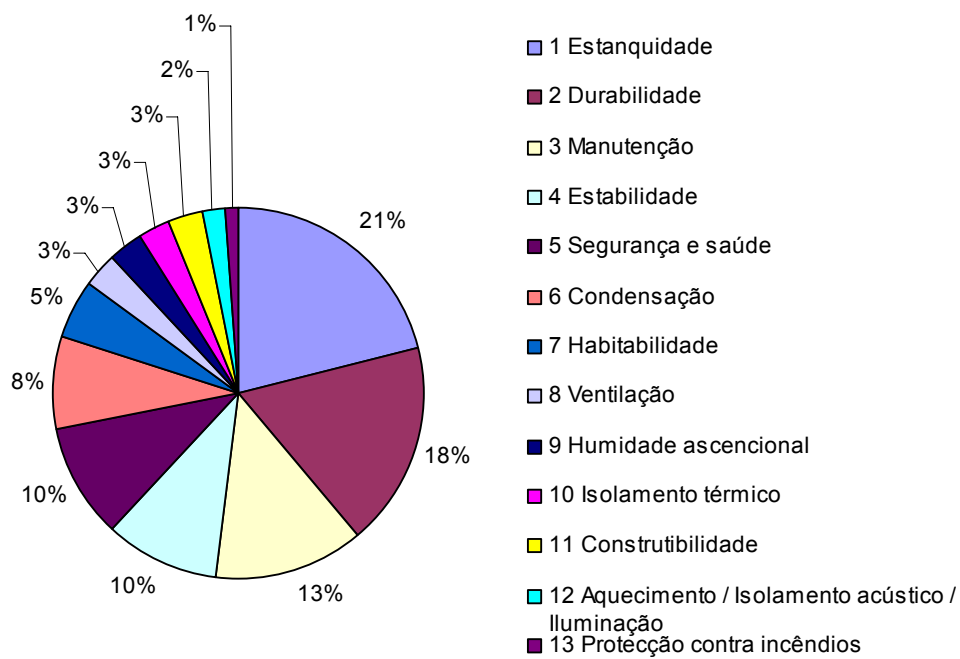


Figura 3.5 - Efeitos no desempenho B - (Adaptado de Watt, 1999)

A *Housing Association Property Mutual* construiu também uma base de dados baseada nas auditorias efectuadas a 31 000 habitações tendo identificado anomalias comuns em seis elementos construtivos: fundações, pavimentos térreos, paredes exteriores, coberturas inclinadas, paredes divisórias e pavimentos intermédios, (HAPM, 1997, cit. por Watt, 1999).

A *Agence Qualité Construction* criou um sistema de observação - Sycodés, dos sinistros registados pelas companhias seguradoras, relativos a seguros de construção com base na garantia decenal, obrigatórios em França desde 1979. Estes dados não englobam os problemas detectados no primeiro ano após a construção, durante o qual a empresa executante é responsável pela respectiva solução. Assim os seguros de construção garantem a reparação dos danos que ocorram após a recepção dos trabalhos durante dez anos, a partir do segundo ano de construção. Os dados fornecidos pelo Sycodés também não englobam os pequenos e os grandes sinistros, que correspondem respectivamente a sinistros cujo valor de reparação é inferior a 762€ ou superior a 156 450€. Este último grupo de reparações diz respeito aos danos que comprometam a estabilidade da construção ou que a tornem inadequada para o fim a que se destina. Pela análise dos dados publicados de 1995 a 2005 verifica-se que as coberturas e as fachadas são os elementos mais afectados por anomalias, no conjunto de sinistros declarados, correspondendo em cerca de 50% (em habitações unifamiliares) e em cerca de 60% (em edifícios de habitação colectiva) dos casos, a problemas de estanquidade conforme consta no Quadro 3.7, relativo aos anos de 2002-2004. As anomalias registadas incidiram especialmente sobre as fachadas (21%), coberturas planas (13,8%) e inclinadas (9,7%), referindo ainda que 5,4% das anomalias incidem sobre as caixilharias. Verifica-se assim que cerca de 50% das anomalias ocorrem na envolvente exterior dos edifícios, Quadro 3.8 (AQC, 2006).

Quadro 3.7- Falhas detectadas em edifícios de habitação colectiva

(AQC, 2006. Anos de 2002-2004)

Estanquidade	66,9 %
Segurança de utilização e contra incêndios	9,9 %
Estabilidade	4,1 %
Condensação, estanquidade ao ar	2,0 %
Isolamento térmico e acústico	1,5 %
Outras	15,6 %

Quadro 3.8 - Elementos afectados em edifícios de habitação colectiva  
(AQC, 2006. Anos de 2002-2004)

Fachadas	21,0 %
Outros equipamentos	17,8 %
Coberturas planas	13,8 %
Paredes divisórias, revestimentos	12,6 %
Coberturas inclinadas	9,7 %
Sistemas de climatização	6,1 %
Caixilharias	5,4 %
Elementos enterrados	5,0 %
Muros de suporte	4,2 %
Estrutura de suporte da cobertura	3,6 %
Nenhum elemento afectado	0,7 %

Quanto ao intervalo de tempo a partir do qual aparecem anomalias verifica-se uma maior incidência a partir do 3º ano de idade (Quadro 3.9).

Quadro 3.9 - Incidência de anomalias em função do tempo em edifícios de habitação colectiva  
( AQC, 2006. Anos de 2002-2004)

1º Ano	0,1 %
2º Ano	2,6 %
3º Ano	15,1 %
4º Ano	9,9 %
5º Ano	8,4 %
6º Ano	8,3 %
7º Ano	8,6 %
8º Ano	9,3 %
9º Ano	10,6 %
10º Ano	11,9 %
Depois dos 10 anos	15,2 %

Em Portugal, verifica-se pela análise do Quadro 3.10 que, relativamente ao total de edifícios construídos, existem 40% de edifícios com anomalias na estrutura, 45% na cobertura, 47% nas paredes e caixilharias, podendo-se concluir que a envolvente exterior dos edifícios, apresenta uma elevada percentagem de anomalias, à semelhança dos estudos anteriores.

Quadro 3.10 - Edifícios, segundo a época de construção, por necessidade de reparação  
(INE, 2001-a)

Zona Geográfica	Época de Construção									
	Total	Antes de 1919	1919 - 1945	1946 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1985	1986 - 1990	1991 - 1995	1996 - 2001
Na estrutura	3160043	253880	344936	357042	395262	553349	359579	289351	279146	327498
Nenhumas	1889502	55493	100305	141195	203481	362178	263452	230285	236386	296727
Pequenas	610220	49401	84365	96721	105689	120477	65079	40906	29067	18515
Médias	372304	56730	79509	71302	58439	50845	22682	13126	10707	8964
Grandes	184860	49500	52295	33578	20210	14734	6219	3735	2215	2374
Muito Grandes	103157	42756	28462	14246	7443	5115	2147	1299	771	918
Na Cobertura	3160043	253880	344936	357042	395262	553349	359579	289351	279146	327498
Nenhumas	1737389	42981	83052	117820	177322	325697	245670	220147	230362	294338
Pequenas	627559	43603	78907	95451	108953	132537	72355	45353	31554	18846
Médias	430521	61037	86646	82251	70503	64895	29176	16433	11322	8258
Grandes	236135	56867	62140	43191	28362	22496	9305	5503	4173	4098
Muito Grandes	128439	49392	34191	18329	10122	7724	3073	1915	1735	1958
Nas paredes e caixilharias exteriores	3160043	253880	344936	357042	395262	553349	359579	289351	279146	327498
Nenhumas	1671342	44550	83311	115174	170805	312272	232515	208554	219690	284471
Pequenas	698968	46998	82758	101338	117974	146932	83234	54364	39837	25533
Médias	44498	60648	86351	82620	71355	67700	32251	19358	13681	11020
Grandes	222494	54285	59456	40768	25736	19725	8619	5193	4258	4454
Muito Grandes	122255	47399	33060	17142	9392	6720	2960	1882	1680	2020

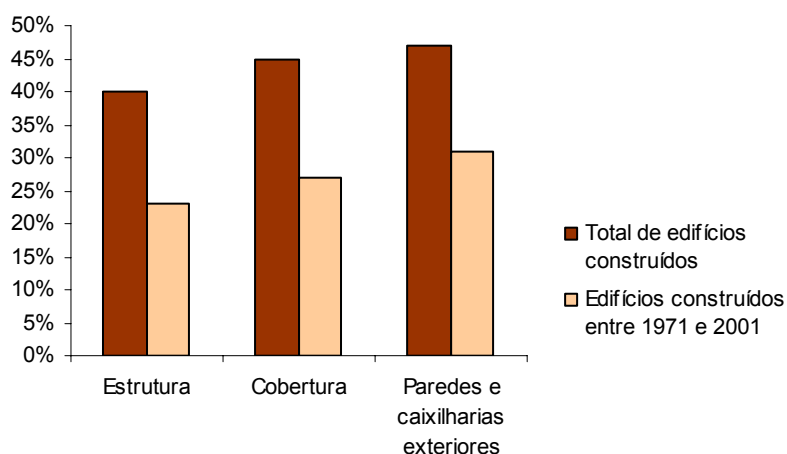


Figura 3.6 - Necessidades de reparação em edifícios (Adaptado de INE, 2001-a)

Comparando as necessidades de reparação no total de edifícios existentes relativamente aos edifícios recentes (construídos entre 1971 e 2001), releva-se a elevada incidência de anomalias na sua envolvente exterior (Figura 3.6).

Verifica-se através dos dados recolhidos que cerca de 50% das anomalias registadas afectam a envolvente exterior dos edifícios, contribuindo, segundo os estudos do BRE, para uma diminuição de cerca de 50% no desempenho das exigências funcionais relativas à estanquidade, à durabilidade e à manutenção, sendo de relevar ainda as relacionadas com o conforto térmico e acústico, que representam cerca de 10%. Destaca-se destes dados a identificação das principais anomalias: penetração de água, condensação, humidade, fissuras, destacamentos, transmissão de ruído, deterioração do aspecto visual.

A incidência deste tipo de anomalias e a consequente diminuição do desempenho dos edifícios relativamente às exigências funcionais expectáveis, leva a um aumento das necessidades de investimento em acções de reparação e/ou de reabilitação pelo que a previsão da evolução do seu desempenho, bem como a previsão da evolução das anomalias são elementos essenciais para o estabelecimento de estratégias de reabilitação dos parques habitacionais, bem como para a previsão dos respectivos custos. É reconhecida a significativa percentagem do custo total atribuída aos custos de manutenção das fachadas dos edifícios, sendo pois de extrema importância as previsões referidas anteriormente (Teo *et* Harikrishna, 2006).

### **3.3 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS ANOMALIAS NÃO ESTRUTURAIS NOS ELEMENTOS DA ENVOLVENTE EXTERNA DOS EDIFÍCIOS**

#### **3.3.1. Anomalias não estruturais nas paredes de alvenarias**

Entende-se como anomalia não estrutural de paredes aquelas, das quais não depende directamente a estabilidade de outros elementos construtivos. Este conceito é no entanto, menos claro, do ponto de vista da designação, para as situações em que os defeitos das paredes não estruturais resultam do deficiente desempenho ou interacção dos elementos estruturais confinantes ou de suporte, e para as acções mecânicas externas ou internas a que está sujeita a parede, e que põem em causa a sua própria estabilidade sem que da sua eventual ruína resultem consequências para outros elementos construtivos (Silva, 2002).

Em Portugal as anomalias mais frequentes relacionadas com as alvenarias são a fissuração de paredes exteriores e interiores, a manifestação de problemas associados à

penetração de água e humidade, bem como a degradação dos revestimentos e acabamentos que com frequência se relaciona com os outros tipos de anomalias (Sousa, 2002).

Na síntese de anomalias não estruturais apresentadas por Silva (2002), verifica-se que as paredes exteriores se consideram vulneráveis a anomalias pertencentes a quatro grupos principais de defeitos de acordo com a sua origem e/ou forma de manifestação: a acção da humidade, a fissuração, o envelhecimento e degradação dos materiais, o desajustamento face a determinadas exigências funcionais (de conforto, de segurança e de economia). Quanto às anomalias em revestimentos de paredes exteriores dentro destes quatro grupos tem-se as devidas à humidade: de construção, do terreno, de precipitação e humidade devida à higroscopicidade dos materiais e à degradação dos materiais, a fissuração, o envelhecimento e degradação dos materiais, o desajustamento face a exigências funcionais de segurança, sendo de relevar a incidência de anomalias nos pontos singulares (Silva, 2002).

Quanto às causas destas anomalias são variadas podendo-se agrupar em causas humanas (na fase de concepção, de construção e de utilização), em causas naturais (físicas, químicas e biológicas), desastres naturais, desastres devidos à acção humana (incêndio, explosão, inundação, choque) (Silva, 2002).

No que se refere aos revestimentos das paredes exteriores, cujas funções são importantes na garantia do conforto, da habitabilidade, da durabilidade dos edifícios bem como do seu aspecto estético, as anomalias mais frequentes são devidas principalmente: à má qualidade ou inadequação dos produtos, à aplicação deficiente ou em más condições, à inexistência ou insuficiente manutenção, à influência de causas não previstas tais como deformações ou fendas de suporte, a acções externas acidentais (Veiga, 2002).

### **3.3.2. Revestimentos exteriores de paredes - principais funções**

As funções principais que desempenham os revestimentos de paredes exteriores podem classificar-se em isolamentos de (Veiga, 2004):

*“Estanquidade - Conseguem, por si só, garantir a estanquidade da parede à água da chuva. Ou seja, em teoria, mesmo que a parede esteja fendilhada, o revestimento deve conseguir evitar a entrada de água para o interior. Contudo, este critério não é absoluto. Por exemplo os revestimentos de impermeabilização de ligante sintético (correntemente conhecidos por membranas elásticas), mesmo armados, só mantêm a estanquidade da parede até um certo limite de fendilhação do suporte, em geral da ordem de 3 a 5 milímetros.*



*Impermeabilização - Dão uma contribuição significativa ao tosco da parede, mas não asseguram, só por si, a estanquidade. Nestes casos, se a parede não tiver boas condições de estanquidade, por exemplo se for simples e pouco espessa, ou se estiver fendilhada, o revestimento não chega para evitar a entrada de água.*

*Isolamento térmico - Têm como função principal, já não a estanquidade à água, mas sim o isolamento térmico. No que diz respeito à capacidade de protecção contra a água, são, em geral, de estanquidade (por exemplo os ETICS<sup>14</sup> ou os painéis fixados mecanicamente à parede, com caixa de ar), ou de impermeabilização.*

*Acabamento - Têm como função principal o acabamento das paredes, sendo pouco significativa a contribuição para a estanquidade à água. As tintas para exteriores incluem-se nesta classificação, ou seja, ao contrário do que por vezes se pensa, não é a pintura que deve evitar as infiltrações de água, a não ser que se trate de uma “membrana elástica”, também designadas por revestimento de impermeabilização de ligante sintético. Repare-se que os azulejos, também muitas vezes erroneamente considerados responsáveis pela impermeabilização da fachada, não têm essa função, já que as juntas fendilham facilmente, tornando o revestimento permeável à água. O mesmo se passa com as placas de pedra natural coladas ao suporte. Com efeito, estes revestimentos são resistentes à água, são laváveis, mas não são impermeáveis, nem deles se pode esperar que impermeabilizem as paredes.”*

O Quadro 3.11 apresenta uma síntese dos principais tipos de revestimentos exteriores de paredes usados em Portugal em função da respectiva classificação funcional.

Quadro 3.11 - Revestimentos exteriores de paredes (adaptado de Veiga, 2004. Quadro 1)

Classificação funcional	Tipos principais de revestimentos exteriores de paredes usados em Portugal
Revestimentos de estanquidade	Placas de pedra natural fixadas mecanicamente ao suporte, com lâmina de ar
	Placas de outros materiais (fibrocimento, materiais plásticos, materiais cerâmicos) fixadas mecanicamente ao suporte, com lâmina de ar
	Revestimentos de ligante sintético armado
Revestimentos de impermeabilização	Rebocos tradicionais
	Rebocos pré-doseados (monocamada ou outros)
	Revestimentos de ligante misto (cimento e resina)
	Revestimentos de ligante sintético

Classificação funcional	Tipos principais de revestimentos exteriores de paredes usados em Portugal
Revestimentos de isolamento térmico	Revestimentos por elementos descontínuos independentes com isolante na caixa-de-ar Revestimentos por componentes isolantes Revestimentos aplicados sobre isolante (ETICS)
Revestimentos de acabamento ou decorativos	Revestimentos por elementos descontínuos colados ou fixados mecanicamente sem lâmina de ar (ladrilhos, azulejos) Revestimentos por pintura

### 3.3.3. Anomalias em rebocos tradicionais de paredes de alvenaria

Os rebocos tradicionais usados em edifícios recentes (construídos após a segunda metade do século XX) são geralmente constituídos por argamassas de cimento e areia aplicados em duas ou três camadas, cujas anomalias mais frequentes são a fendilhação (mapeada, orientada e do suporte), a perda de aderência (descolamento, abaulamento, destacamento), as eflorescências e criptoflorescências, o desenvolvimento de fungos e bolores, os fantasmas, as manchas de humidade e as manchas de sujidade, cujos sintomas, causa e possíveis indicações de reparação estão sintetizadas no Quadro 3.12, que se segue (Veiga, 2002).

Quadro 3.12 - Anomalias em rebocos tradicionais: sintomas, causas e reparação

(Adaptado de Veiga, 2002 e Miranda, 2002)

Anomalia: Fendilhação mapeada	
Sintomas	Fendas sem orientação preferencial e de pequena largura, em geral afectando todo o paramento e formando uma malha losangonar com dimensão tanto maior quanto mais rígido for o revestimento. Pode ser acompanhada de perda de aderência, principalmente ao longo das fendas, que se verifica pelo som oco quando percutido.
Causas	Retracção da argamassa do reboco que, restringida pelo suporte gera tensões. Ocorre quando as argamassas são demasiado rígidas e têm retracção elevada, devido ao teor excessivo de cimento, finos (argilas) ou água, à aplicação com espessura excessiva das camadas, desrespeito pelos períodos de secagem entre camadas (necessário para que a camada inferior tenha tempo de sofrer a maior parte da sua retracção de secagem inicial antes da aplicação da camada seguinte), aplicação em condições atmosféricas desfavoráveis (com tempo quente, seco e ventoso), falta de cuidados de cura. Tende a evoluir no tempo e a facilitar consequentemente a infiltração de água nas paredes e a gerar anomalias secundárias diversificadas.
Reparação	A prevenção do aparecimento destas anomalias consegue-se através de uma dosagem cuidada das argamassas bem como na sua aplicação e cura. Aplicação de um revestimento de impermeabilização de ligante sintético, com ou sem armadura de acordo com a largura das fendas, após limpeza da superfície e decapagem da tinta preexistente. Outra alternativa pode ser a aplicação de uma camada de acabamento com um revestimento de ligante misto, após tratamento das fendas de maior largura.

<sup>14</sup> External Thermal Insulation Composite System - Sistema de isolamento térmico pelo exterior.

<b>Anomalia: Fendilhação orientada</b>	
Sintomas	<p>Abertura de fendas com orientação preferencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- horizontal, correspondendo ao traçado das juntas de assentamento de tijolos ou blocos;</li> <li>- ao longo da junção entre materiais diferentes (ex.: entre uma viga, pilar ou laje de betão e a alvenaria);</li> <li>- diagonal a partir dos cantos de vãos ou outras aberturas.</li> </ul>
Causas	<p>A fendilhação ao longo das juntas é devida em geral à expansão da argamassa das juntas por acção dos sulfatos, ou outros sais, que aí cristalizam quando existe infiltração e circulação de água no interior da alvenaria. No caso dos blocos de alvenaria de tijolo pode também dever-se à expansão destes devido à presença de humidade.</p> <p>A fendilhação ao longo da junção entre materiais diferentes, revestidos em continuidade, deve-se à diferença de características dos dois materiais (módulo de elasticidade, coeficiente de dilatação térmica, ...), que implicam deformações diferentes, quando sujeitos a acções térmicas, higrométricas e de carregamento.</p> <p>A fendilhação nos ângulos dos vãos é devida à concentração de tensões nessas zonas.</p> <p>A prevenção do aparecimento destas anomalias consegue-se através de uma dosagem e aplicação cuidada das argamassas bem como da aplicação de armaduras de fibra de vidro com protecção anti-alkalina nas zonas de revestimento mais sujeitas a fendilhação.</p>
Reparação	<p>Através do alargamento dos bordos das fendas seguido de preenchimento com material mais deformável, tal como mástique ou argamassas de baixa retracção. Como em geral não é possível eliminar as causas, deve-se em seguida aplicar um revestimento de impermeabilização de ligante sintético, ou um revestimento de ligante misto, armado com rede de fibra de vidro. Quando a fendilhação é localizada, em alternativa, pode-se extrair o reboco na zona afectada e substituí-lo por um reboco menos rígido com fibras incorporadas ou armado com rede de fibra de vidro com protecção alcalina.</p>
<b>Anomalia: Fendilhação do suporte</b>	
Sintomas	<p>Abertura de fendas de grande abertura e profundidade, em geral com deslocamentos relativos dos bordos, formando uma malha larga.</p>
Causas	<p>Pode ocorrer em suportes com reduzida resistência mecânica, como por exemplo o betão celular autoclavado, resultando da aplicação de um reboco com resistência à tracção, rigidez e retracção demasiado elevadas, logo inadequado àquele suporte.</p>
Reparação	<p>Exige a substituição dos elementos danificados e a aplicação de um revestimento com características adequadas. Caso a parede não tenha funções resistentes, pode resolver-se o problema através da aplicação de um revestimento independente do suporte e capaz de assegurar a estanquidade global da parede, constituído por ex., por painéis metálicos ou de fibra de vidro fixados ao suporte através de uma estrutura intermédia.</p>
<b>Anomalia: Perda de aderência (descolamento, abaulamento, destacamento)</b>	
Sintomas	<p>Cria-se uma descontinuidade entre o revestimento e o suporte (descolamento), em zonas localizadas do paramento, detectável pelo som oco quando percutido, que pode evoluir para a formação de convexidades (abaulamento) e para o desprendimento do revestimento da parede (destacamento)</p>
Causas	<p>Devido a deficiências de aderência muitas das vezes originadas pelas características desfavoráveis do suporte - muito liso e compacto, como no caso do betão moldado, em que não há penetração da calda de cimento nos poros do suporte, não se desenvolvendo o mecanismo normal de aderência.</p> <p>Devido à cristalização de sais na interface entre o revestimento e o suporte (criptoflorescências) devido à permanência prolongada de água no interior da alvenaria, podendo ser agravado se o revestimento for pouco permeável ao vapor de água, pois a água infiltrada, cuja saída para o exterior é dificultada, exerce pressão sobre o revestimento.</p> <p>Pelo facto do revestimento ser muito rígido em relação ao suporte que pode originar deslocamentos diferenciais entre as duas superfícies, dando origem, a destacamento.</p>
Reparação	<p>Para evitar esta anomalia é necessário tratar o suporte liso e pouco poroso, criando rugosidades por meios mecânicos ou usando primários ou crespidos apropriados, aditivados com resina. Deve-se evitar as infiltrações de água e principalmente, a sua permanência prolongada na parede. Devem escolher-se revestimentos com boa permeabilidade ao vapor de água e com módulo de elasticidade não superior ao do suporte.</p>

<b>Anomalia: Eflorescências e criptoflorescências</b>	
Sintomas	Consiste na cristalização de sais (sulfatos, cloretos, carbonatos) na superfície do revestimento (eflorescências) ou entre camadas do revestimento, ou ainda entre o revestimento e o suporte (criptoflorescências). Tem-se o caso especial da carbonatação, em que a cal livre presente na argamassa é dissolvida antes de se combinar e cristaliza depois sob a forma de carbonato de cálcio, formando manchas brancas à superfície. Os sais formados podem ser muito destrutivos já que aumentam de volume ao cristalizar e ao absorver água e, provocando perdas de aderência e fendilhação e por vezes perda de coesão do próprio revestimento.
Causas	A circulação de água na parede e no revestimento, dissolvendo os sais existentes nesses materiais ou na própria água. O excesso de sais contidos nos tijolos, blocos ou no solo podem agravar este problema.
Reparação	A reparação implica a eliminação das causas das infiltrações de água. Em seguida deixa-se secar completamente o revestimento e eliminam-se os sais formados por escovagem a seco, ou, se necessário recorrendo a lavagens neutralizadoras.
<b>Anomalia: desenvolvimento de fungos e de bolores</b>	
Sintomas	Desenvolvimento de microrganismos
Causas	Relacionado com a permanência prolongada de água no revestimento, agravado nas fachadas com menor exposição solar e com rugosidades que facilitem a fixação. Os rebocos actuais de cimento não são em princípio susceptíveis de serem gravemente afectados pelos fungos e bolores, conferindo-lhes estes um aspecto degradado e insalubre.
Reparação	Proceder à limpeza com água e se necessário com biocida e evitar as condições que possam favorecer a sua fixação.
<b>Anomalia: Fantasmas</b>	
Sintomas	Consistem na reprodução à superfície do reboco do desenho dos blocos, através de diferenças de cor e, nos casos mais graves, de manchas de sujidade, de fungos e de bolores.
Causas	Deficiente aplicação de reboco, numa única camada com espessura total insuficiente, sobre um suporte cuja secagem não era ainda suficiente, ou em condições climáticas inadequadas (tempo demasiado frio e húmido). Um insuficiente isolamento térmico agrava esta anomalia devido aos fenómenos de termoforese <sup>15</sup> .
Reparação	A reparação implica a limpeza da superfície e a aplicação de uma nova camada de acabamento. A aplicação de um revestimento de isolamento térmico pelo exterior é uma solução a ponderar quando também se pretende reabilitar termicamente o edifício.
<b>Anomalia: Manchas de humidade</b>	
Sintomas	Manchas de humidade que conferem um aspecto degradado e insalubre ao edifício. A estas manchas podem posteriormente associar-se a deposição de fungos e bolores e a formação de eflorescência e de criptoflorescências.
Causas	Infiltrações de água.
Reparação	A correcção implica a correcção das infiltrações de água e a limpeza e repintura dos paramentos.
<b>Anomalia: Manchas de sujidade</b>	
Sintomas	Manchas de sujidade.
Causas	Resultam em geral da criação de caminhos preferenciais de escoamento de água, ou da protecção de zonas localizadas das fachadas da exposição à chuva, o que impede a sua lavagem natural. Os detalhes arquitectónicos devem ter em conta este aspecto, protegendo homogeneamente a fachada da escorrência da chuva. A textura do revestimento também influencia este aspecto, pois uma textura mais rugosa provoca uma distribuição mais aleatória da água, evitando os caminhos preferenciais, mas fixa mais a sujidade e dificulta a lavagem natural.
Reparação	Limpeza e repintura dos paramentos

<sup>15</sup> Formação de manchas escuras em zonas dos paramentos correspondendo a pontes térmicas, devido ao depósito de poeiras nessas zonas e à sua retenção pela humidade de condensação (Aguar, J.; Cabrita, A. M. R.; Appleton, J. (1998). Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais. Volume 2. 48. LNEC. Lisboa.)

### 3.3.4. Anomalias em rebocos pré-doseados de paredes de alvenaria

O reboco pré-doseado é uma argamassa seca, formulada a partir de ligantes hidráulicos, agregados siliciosos e adjuvantes. Trata-se de uma argamassa de construção industrial em que o doseamento e a mistura das referidas matérias-primas são realizados de forma perfeitamente controlada em fábrica. Esta argamassa é expedida para a obra, em saco ou a granel para alimentação de silo, dependendo do volume do consumo e espaço disponível, pronta a ser misturada com água.

Apesar destes rebocos apresentarem uma melhor resistência à fendilhação e maior capacidade de impermeabilização, têm uma menor resistência mecânica relativamente aos rebocos tradicionais. Assim os rebocos pré-doseados são susceptíveis de serem alvo das anomalias descritas no ponto anterior, que ocorrem normalmente nos rebocos tradicionais. No entanto as anomalias mais frequentes que podem ocorrer neste tipo de reboco estão referenciadas no Quadro 3.13.

Quadro 3.13- Anomalias em rebocos pré doseados: sintomas, causas e reparação  
(Adaptado de Veiga, 2002 e Leirós, 2006)

<b>Anomalia: Eflorescências</b>	
Sintomas	Aparecimento de manchas esbranquiçadas nos paramentos especialmente devido à carbonatação.
Causas	Devido à cristalização à superfície dos paramentos de sais de carbonato de cálcio (carbonatação), resultante do hidróxido de cálcio dissolvido pela água infiltrada. Deve-se este fenómeno a condições climáticas desfavoráveis (tempo frio e húmido) durante a aplicação do revestimento, que dificultam a combinação do hidróxido de cálcio livre.
Reparação	Eliminar qualquer causa de infiltração de água, se existir. Deixar secar completamente o revestimento e eliminar os sais formados por escovagem.
<b>Anomalia: Manchas</b>	
Sintoma	Heterogeneidade do aspecto relativamente à cor e textura.
Causas	Ocasional por interrupções do trabalho em zonas não delimitadas do pano de parede devido a roços, retoques ou reparações executadas no revestimento após aplicação, dado que massas provenientes de amassaduras diferentes e aplicadas em momentos diferentes apresentam variações de tom que muito dificilmente podem ser dissimuladas. Desrespeito pelas condições de amassadura (amassadura manual e pouco controlada, não serem mantidas as proporções). É pois importante planear a aplicação do reboco de modo a executar-se um pano inteiro de parede, ou um painel bem delimitado, sem interrupções, bem como respeitar as condições recomendadas para a amassadura.
Reparação	Pintura geral com tinta de água texturada, após verificação da sua compatibilidade com o reboco.
<b>Anomalia: Sujidade</b>	
Sintoma	Manchas de sujidade no revestimento
Causas	Resultantes de salpicos de cimento e da fixação de poeiras em consequência de um incorrecto planeamento da sequência de actividades.
Reparação	Pintura geral com tinta de água texturada, após verificação da sua compatibilidade com o reboco.

<b>Anomalia: Arestas partidas</b>	
Sintoma	Mossas e quebras nas arestas.
Causas	Devido à baixa resistência mecânica destes revestimentos associada à excessiva espessura da camada de revestimento e à falta de protecção das arestas.
Reparação	Remoção das áreas partidas, colocação de nova camada de reboco e pintura geral com tinta de água texturada, após verificação da sua compatibilidade com o reboco.
<b>Anomalia: Desprendimento das camadas exteriores do revestimento (patologias de contaminação)</b>	
Sintoma	Desprendimento das camadas exteriores do revestimento, sendo visível a diferença de tonalidades e o aspecto amolentado das camadas de revestimento.
Causas	Contaminação do reboco através da adição de cimento Portland, ou de gessos de construção. Quando se adicionam gessos aos rebocos pré-doseados, dão-se reacções expansivas entre estes ligantes e a presença de água (geralmente de infiltração). Quando se lhes adiciona cimento Portland geram-se fenómenos de retracção com o consequente aparecimento de fissuração sem orientação definida.
Reparação	Na contaminação por adição de gessos: extinção das causas de infiltração de água no paramento, remoção dos revestimentos afectados e reposição de novos rebocos. Na contaminação por adição de cimento: reabilitar as áreas de reboco afectadas por fissuração com argamassas de reabilitação em capa fina com compatibilidade química e mecânica relativamente aos revestimentos originais.
<b>Anomalia: Friabilidade dos panos de reboco</b>	
Sintoma	Revestimentos não consistentes e agregados, pouco resistentes à abrasão, de fraca aderência ao suporte e baixa resistência mecânica e elevada absorção e porosidade.
Causas	Devido a perdas aceleradas de água de amassadura, ao inadequado doseamento de água de amassadura, à utilização de argamassas contaminadas ou à falta de aperto durante o processo de aplicação.
Reparação	De acordo com o grau de incidência da patologia e com o tipo de revestimento final do reboco (pintura, revestimento cerâmico, pedra natural) pode haver necessidade de intervenções ligeiras (com a aplicação de consolidantes de superfície - geralmente resinas de base acrílica em dispersão aquosa - ou de intervenções profundas que podem levar à substituição total dos rebocos afectados.

### 3.3.5. Anomalias em revestimentos de pintura de paredes de alvenaria

*“A aplicação de um esquema de pintura ou de um envernizamento numa superfície é realizada com o objectivo de decorar ou de proteger o substrato, ou preservar o seu aspecto, ou ainda por razões especiais como a melhoria das condições ambientais ou de segurança, ou a obtenção de características específicas (resistência a microrganismos, resistência mecânica ou química, etc.)” (Eusébio et al., 2005).*

Existe uma grande diversidade de defeitos e respectivas causas que podem ocorrer nos revestimentos de pintura na construção, podendo surgir durante a aplicação do produto de pintura e durante o período de secagem do revestimento por pintura (defeitos durante a aplicação e secagem) ou surgir após a secagem do produto de pintura (defeitos durante o uso) (Eusébio et al., 2005). Dado o objecto deste trabalho, edifícios de habitação social construídos após 1971, vão-se caracterizar os defeitos do revestimento de pintura durante o uso, de acordo com o Quadro 3.14.

Quadro 3.14 - Defeitos do revestimento de pintura durante o uso: sintomas, causas e reparação  
(Adaptado de Eusébio *et al.*, 2005)

<b>Anomalia: Amarelecimento</b>	
Sintomas	Desenvolvimento de uma cor amarela durante o envelhecimento de uma película de tinta, verniz ou produto similar.
Causas	Devido à acção dos agentes ambientais (radiação, temperatura, oxigénio, humidade) sobre o ligante do produto de pintura que altera, a sua estrutura molecular em maior ou menor grau consoante a sua natureza química.
Reparação	Limpeza da superfície e repintura com acabamento compatível com o revestimento existente e resistente às condições de exposição ambientais.
<b>Anomalia: Bronzeamento</b>	
Sintomas	Modificação da cor de uma película, conferindo-lhe o aspecto de bronze envelhecido.
Causas	Devido à acção da radiação solar sobre determinados pigmentos inadequados para serem aplicados no exterior.
Reparação	Lixagem ou escovagem, despoeiramento, lavagem e repintura com acabamento com pigmentos estáveis à radiação solar.
<b>Anomalia: Captação de sujidade/ Retenção de sujidade</b>	
Sintomas	Susceptibilidade de uma película seca atrair à superfície uma quantidade apreciável de sujidade. Quando a sujidade não pode ser removida por simples limpeza o defeito é designado por retenção de sujidade.
Causas	Produto de pintura apresentando elevada concentração volumétrica de pigmento. Produto de pintura em que o ligante é susceptível à acção da temperatura, provocando o amolecimento do revestimento por pintura, por exemplo durante o Verão. Formulação não optimizada de forma a impedir que a película seca apresente pegajosidade.
Reparação	Limpeza da superfície e aplicação de um acabamento compatível com o existente tendo em atenção a optimização da formulação relativamente ao ligante, concentração volumétrica de pigmento, ou de aditivos empregues.
<b>Anomalia: Descoloração</b>	
Sintomas	Perda parcial de cor de uma película de revestimento por pintura.
Causas	Devido à acção de agentes de exposição (radiação solar, temperatura, atmosferas poluídas ou quimicamente agressivas, bases de aplicação quimicamente agressivas) sobre o ligante e/ou os pigmentos do revestimento por pintura.
Reparação	Lixagem da superfície, despoeiramento e se necessário, lavagem e secagem. Efectuar a repintura com produtos de pintura compatíveis com as condições de exposição ambientais e com a base de aplicação.
<b>Anomalia: Destacamento (delaminação, despelamento ou esfoliação)</b>	
Sintomas	Separação espontânea de superfícies limitadas de película, da sua base de aplicação, por falta de aderência.
Causas	Presença de humidade em excesso na base de aplicação ou no ambiente na altura de aplicação (baixas temperaturas ou elevada humidade relativa). Infiltração e acesso de humidade para a base de aplicação proveniente de defeitos de construção (fissuras, remates, pedras porosas, ...). Presença de partículas pouco aderentes e sujidades (poeiras, gorduras, resíduos de tinta esfoliada ou pulverulenta, resíduos pulverulentos de material cimentício e de superfícies caídas, grãos de areia soltos ou pouco aderentes, eflorescências) em bases de aplicação deficientemente preparadas para a pintura ou repintura. Aplicação do produto sob condições ambientais inadequadas: temperaturas elevadas, fortes correntes de ar, que provocam a secagem acelerada reduzindo drasticamente a aderência da camada de produto à base de aplicação. Revestimento de pintura inadequado às condições de exposição tais como atmosferas corrosivas que levam ao ataque químico do revestimento. Ausência de primário, ou primário inadequado. Tipo ou teor de solventes incorrectos ou inadequados.

<b>Anomalia: Destacamento (delaminação, despelamento ou esfoliação)</b>	
Causas	<p>Aplicação de pintura sobre superfícies lisas e rígidas que dificultam a aderência do produto.</p> <p>Inadequada ou incorrecta preparação da base.</p> <p>Incompatibilidade física-química-mecânica do produto de pintura com a base de aplicação.</p> <p>Desrespeito do intervalo de tempo de secagem entre demãos.</p> <p>Desrespeito do intervalo de tempo para aplicação de produtos de dois componentes após a sua mistura.</p> <p>Erros de doseamento em produtos de dois componentes.</p> <p>Envelhecimento natural do revestimento por pintura.</p>
Reparação	<p>Dependendo da intensidade e da localização do destacamento e da falta de aderência (entre camadas, ou relativamente ao substrato) proceder à remoção total ou parcial do revestimento por pintura utilizando métodos de preparação da superfície adequados (decapagem, raspagem ou por chama) consoante o tipo de base de aplicação e produtos empregues. Após estas operações verificar se a base apresenta degradação (fissuração, fendas, friável, podridão) e nessa situação proceder à sua reparação. Efectuar a pintura ou repintura com produtos compatíveis e aplicados nas condições especificadas nas respectivas fichas técnicas.</p>
<b>Anomalia: Eflorescências</b>	
Sintomas	<p>Desenvolvimento de depósitos cristalinos sob ou sobre o revestimento por pintura, devido à migração seguida de evaporação, de água contendo sais solúveis provenientes do suporte de aplicação.</p>
Causas	<p>Devido à migração seguida de evaporação, de água contendo sais solúveis provenientes do suporte de aplicação com origem: no reboco contendo hidróxido de cálcio, na alteração físico-química dos materiais de construção das paredes; em águas que ascendem por capilaridade, na acção microbiológica que pode permitir a formação de sais solúveis, na atmosfera contaminada com CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, que através das águas pluviais cria condições para reagirem com os materiais das paredes, originando sais.</p>
Reparação	<p>Eliminar ou reduzir as fontes de humidade que possa percolar no interior do suporte. Remover as eflorescências por escovagem e/ou lavagem. Após secagem da base de aplicação efectuar a repintura com um esquema de pintura adequado e nas condições especificadas nas respectivas fichas técnicas. Poderá ser necessária a aplicação prévia de um selante.</p>
<b>Anomalia: Empolamento</b>	
Sintomas	<p>Deformação convexa na película, que surge a partir de um destacamento localizado de uma ou mais camadas que constituem o revestimento de pintura.</p>
Causas	<p>Humidade em excesso na base de aplicação ou no ambiente aquando da aplicação (baixas temperaturas ou elevada humidade relativa).</p> <p>Infiltração e acesso de humidade para a base de aplicação proveniente de defeitos de construção (fissuras, remates incorrectos, pedras porosas, parapeitos sem rasgo lacrimal para drenagem eficiente de águas pluviais, falta de selagem, etc.).</p> <p>Desrespeito do intervalo de tempo de repintura.</p> <p>Excessiva pintura da camada de produto.</p> <p>Presença de espécies solúveis em água nomeadamente contaminações salinas na base de aplicação, ou aditivos e solventes residuais dos produtos empregues.</p> <p>Incompatibilidade química do produto de pintura com a base de aplicação.</p> <p>Aplicação do produto sob temperaturas muito elevadas (elevada exposição solar).</p> <p>Métodos ou/e instrumentos de aplicação incompatíveis ou inadequados para o tipo de produto de pintura a aplicar.</p>
Reparação	<p>Dependendo da extensão e da intensidade do empolamento proceder à escovagem ou à remoção total ou parcial do revestimento por pintura utilizando métodos de preparação da superfície adequados consoante o tipo de base de aplicação e os produtos empregues. Após estas operações verificar o estado de degradação da base (fissuras, fendas, friabilidade ou apodrecimento) e proceder à sua reparação. Preparar a superfície e proceder à sua pintura ou repintura com produtos compatíveis aplicados nas condições especificadas.</p>



<b>Anomalia: Exsudação</b>	
Sintomas	Defeito caracterizado pela difusão de um ou mais constituintes das sub camadas ou da base de aplicação, na camada de acabamento.
Causas	Inadequada preparação das bases (frequente em bases de madeira verde). Tempo de espera entre as demãos demasiado curto. Condições de humidade desfavorável (elevada humidade relativa ou exposição à condensação logo após a aplicação).
Reparação	Remover o material exsudado ou remover total ou parcialmente o revestimento de pintura, proceder à repintura com um esquema de pintura que inclua um produto selante. Esperar pela secagem completa da película, efectuar a limpeza da superfície, removendo os produtos exsudados e repintura com um acabamento compatível. Dependendo da extensão do defeito, remover parcial ou totalmente o revestimento por pintura ou então proceder a uma lixagem, despoeiramento e lavagem, passando à repintura em condições de humidade adequadas e/ou utilizar endurecedores adequados na formulação.
<b>Anomalia: Fissuração</b>	
Sintomas	Fendilhamento - semelhante à fissuração fina mas em que as fissuras são mais profundas e largas. Fissuração a espessuras elevadas - fissuração profunda que se produz durante a secagem de tintas aplicadas em camadas espessas. Fissuração filiforme. Fissuração fina - fissuração caracterizada por finas fissuras distribuídas de forma mais ou menos regular, à superfície da película seca. Fissuração por frio - formação de fissuras na película em resultado da exposição a baixas temperaturas. Patas de galinha - formação de fissuras à superfície da película seca na forma de linhas que partem de um ponto central fazendo lembrar as patas de uma ave.
Causas	Movimentos estruturais significativos do substrato: fissuração, retracção. Incompatibilidade física-química-mecânica do produto de pintura com a base de aplicação. Desrespeito do intervalo de tempo de repintura. Aplicação de revestimentos com espessuras muito acima das especificadas. Produtos inadequados às condições de exposição. Envelhecimento natural ou artificial do revestimento por pintura em que durante o processo de degradação do ligante ocorre reticulação que torna a película mais rígida e com menor resistência a variações dimensionais do suporte.
Reparação	A fissuração fina localizada apenas no acabamento pode ser solucionada por lixagem superficial. Nos casos de fissuração profunda efectuar a remoção total ou parcial do revestimento por pintura com métodos de preparação da superfície adequados (decapagem, raspagem ou por chama) consoante o tipo de base de aplicação e os produtos empregues. Proceder à pintura ou repintura com produtos compatíveis aplicados nas condições especificadas.
<b>Anomalia: Intumescimento</b>	
Sintomas	Aumento do volume da película como resultado da absorção de líquido ou de vapor.
Causas	Uso de formulações contendo ligantes muito sensíveis à absorção de solventes.
Reparação	Dependendo da extensão do defeito, efectuar a remoção total ou parcial do revestimento por pintura utilizando métodos de preparação de superfície adequados. Proceder à pintura ou repintura com produtos compatíveis aplicados nas condições especificadas.
<b>Anomalia: Manchas</b>	
Sintomas	Zonas de cor ou brilho diferente que aparecem no revestimento por pintura.
Causas	Base de aplicação com porosidade e/ou rugosidade demasiado heterogénea, permitindo absorção diferencial do ligante do acabamento na pintura monocamada, ou incorrecta aplicação ou ausência do primário (pintura multicamada).

<b>Anomalia: Manchas</b>	
Causas	<p>Aplicação de um produto de pintura de baixo poder de cobertura sobre manchas de reparação anteriores.</p> <p>Desenvolvimento de bolor, algas ou fungos.</p> <p>Reacção química entre o dióxido de enxofre presente na atmosfera poluída com compostos de chumbo ou de mercúrio existentes em determinados produtos de pintura, dando origem a sulfuretos de chumbo ou mercúrio que apresentam cor escura.</p> <p>Deposição de fumo nas superfícies.</p> <p>Exposição da película ainda húmida à chuva ou à condensação que dissolve determinadas substâncias que quando a água se evapora precipitam dando origem a manchas semelhantes a pingos de chuva.</p> <p>Presença de resíduos de decapante que reagem com os produtos de repintura, levando a alterações químicas dos constituintes que se manifestam pelo aparecimento de manchas.</p> <p>Migração de aditivos surfactantes do interior para a superfície do revestimento, que se traduz por um aspecto manchado por vezes brilhante e geralmente com tonalidade amarelada ou acastanhada.</p>
Reparação	Dependendo da extensão e da forma do defeito, efectuar a limpeza da superfície ou a remoção parcial ou total do revestimento. Sempre que tal não resulte repintar com produtos compatíveis aplicados nas condições especificadas.
<b>Anomalia: Pegajosidade</b>	
Sintomas	Permanência ou desenvolvimento de um estado pegajoso numa película de tinta, verniz ou produto similar após o tempo normal de secagem.
Causas	<p>Alteração química do endurecedor, ou acelerador durante a armazenagem, que origina a perda total ou parcial da sua actividade para proporcionar a secagem completa da película.</p> <p>Dosagem inadequada de endurecedor ou de acelerador devido a erros de dosagem.</p> <p>Condições inadequadas de aplicação, nomeadamente de baixas temperaturas que baixam consideravelmente a velocidade de secagem da partícula.</p> <p>Formulações contendo polímeros termoplásticos de temperatura de transição vítrea inadequada.</p>
Reparação	<p>Nos dois primeiros casos remoção parcial ou total do revestimento de pintura e repintura com produtos compatíveis aplicados nas condições especificadas.</p> <p>Nos restantes casos poderá ser suficiente a aplicação de um novo esquema de pintura compatível com o revestimento existente.</p>
<b>Anomalia: Perda de brilho</b>	
Sintomas	A superfície de revestimento apresenta diferenças de brilho, ou brilho insuficiente, ou superfícies embaciadas.
Causas	<p>Envelhecimento natural do revestimento por pintura.</p> <p>Deposição de sujidade de composição variada na superfície.</p> <p>Inadequada espessura da película.</p> <p>Alteração da qualidade do produto durante a armazenagem.</p> <p>Inadequada preparação do produto para aplicação (agitação deficiente, solventes inadequados, diluição incorrecta)</p> <p>Condições ambientais de aplicação inadequadas.</p> <p>Degradação do revestimento por pintura empregue em exterior quando este era especificado para o interior.</p>
Reparação	Lixagem ou escovagem, despoeiramento e lavagem da superfície e posterior repintura com produtos compatíveis aplicados nas condições especificadas.
<b>Anomalia: Perda do poder de cobertura</b>	
Sintomas	Incapacidade da tinta para cobrir a superfície onde é aplicada.
Causas	<p>Produto de pintura com fraco poder de opacidade.</p> <p>Inadequada preparação do produto para aplicação (agitação deficiente, solventes inadequados, diluição incorrecta).</p> <p>Insuficiente espessura da película.</p>
Reparação	Aplicação de um acabamento compatível com o existente com poder de opacidade adequado, adequadamente preparado e com a espessura especificada.

<b>Anomalia: Pulverulência/farinação/gizamento</b>	
Sintomas	Aparecimento de uma poeira fina, pouco aderente à superfície da película, proveniente da degradação de um ou de vários dos seus componentes
Causas	Envelhecimento natural do revestimento por pintura. Produtos inadequados às condições de exposição. Incompatibilidade do produto de pintura com a base de aplicação. Produtos com concentração volumétrica de pigmento elevada em que a acção mecânica promovida pela erosão e desgaste é mais favorecida.
Reparação	Proceder à remoção do material pulverulento e proceder à repintura usando produtos adequados: compatíveis com o revestimento existente, adequados às condições de exposição ambiental, compatíveis com a base de aplicação, com formulações de menor concentração volumétrica de pigmento.
<b>Anomalia: Saponificação</b>	
Sintomas	Dissolução parcial ou total de um revestimento de pintura, devido à transformação do seu veículo fixo em sabões solúveis.
Causas	Aplicação de produtos de pintura inadequados (principalmente vinílicos e alquídicos) para condições de exposição alcalinas (superfícies de cal, cimento, aço galvanizado).
Reparação	Remoção do revestimento por pintura com métodos adequados, limpeza da superfície e efectuar a repintura com um esquema de pintura resistente às condições de alcalinidade.

### 3.3.6. Anomalias nos revestimentos cerâmicos de paredes

Os revestimentos cerâmicos de fachadas aparecem como um complemento do revestimento cerâmico de paredes interiores, que remonta em Portugal ao século XIV. Existe uma grande diversidade de materiais e sistemas, sendo o mais frequente e, por isso, aquele que mais anomalias apresenta, o sistema de revestimento cerâmico colado ao suporte, de forma contínua, com recurso a argamassas ou a cimentos-cola. As anomalias mais frequentes deste sistema são o descolamento e a fissuração. Além destes outras podem afectar o desempenho funcional destes revestimentos nomeadamente no que respeita (MARC, 2003):

- ao aspecto visual (enodoamento, eflorescências, desgaste excessivo, alteração da cor, deterioração das juntas, ...);
- à segurança na utilização (falta de planeza, falta de aderência, ...).

Apresenta-se de seguida, no Quadro 3.15, as anomalias dos sistemas de revestimento cerâmico, tratados como o conjunto formado pelo suporte, material cerâmico, juntas, material e técnica de assentamento dos ladrilhos e de preenchimento das juntas.

Quadro 3.15 - Anomalias em sistemas de revestimento cerâmico de fachadas: sintomas, causas e reparação (Adaptado de Lucas e Abreu, 2005 e MARC, 2003).

<b>Anomalia: Descolamento com ou sem empolamento</b>	
Sintomas	Perda de aderência, relativamente ao suporte, com ou sem empolamento.
Causas	Movimentos diferenciais suporte-sistema de revestimento. Aderência insuficiente entre camadas do sistema de revestimento. Falta de juntas elásticas no contorno do revestimento. Deficiências do suporte (deficiências de limpeza, planeza, porosidade).
Reparação	Remoção dos ladrilhos. Limpeza do suporte, regularização da sua superfície. Tratamento de eventuais fissuras existentes no suporte. Execução de juntas estruturais e juntas de assentamento com largura e espaçamento compatíveis. Assentamento correcto do revestimento na zona removida, com produto de assentamento adequado ao tipo de parede e ao material de revestimento do ponto de vista mecânico, físico e químico.
Sintomas	Descolamentos localizados.
Causas	Deficiências do suporte: - pequena fissura local (frequente nos cantos dos vãos); - zona de concentração de tensões na parede (mudança de secção ou carga concentrada). Se a resistência da ligação não for muito elevada e a resistência mecânica dos ladrilhos for média/alta, estes não descolam mas fissuram. Deficiências de aplicação: - entradas pontuais de água para o suporte ou zonas de remate de trabalho, com argamassas/cimentos-cola no limite do seu tempo de abertura (da sua capacidade para garantir a colagem); - utilização de argamassas/cimentos-cola para além do seu tempo de abertura, resultantes de amassaduras não compatíveis com o ritmo de aplicação e, em certos casos também associados à geometria da parede e da zona de aplicação em relação ao nível do andaime, que podem influenciar, não só o ritmo, mas também a facilidade de aplicação.
Reparação	Remoção dos ladrilhos. Limpeza do suporte e tratamento de eventuais fissuras existentes no suporte. Eliminação das causas de entrada de água. Assentamento correcto do revestimento na zona removida, com produto de assentamento adequado ao tipo de parede e ao material de revestimento do ponto de vista mecânico, físico e químico. Utilização de argamassas/cimentos-cola com maior tempo de abertura, o qual se deve distinguir para as aplicações em fachadas viradas a Sul (mais sujeitas a variações climáticas).
Sintomas	Descolamentos generalizados com empolamento do revestimento.
Causas	Elevada expansão irreversível do material cerâmico, não compensada por juntas estruturais ou juntas de assentamento com largura e espaçamento compatíveis. Movimentos diferenciais suporte-sistema de revestimento, restringidos pelo funcionamento conjunto das várias camadas. Movimentos diferenciais devidos à acção da humidade, agravados pela eventual falta de estanquidade progressiva do paramento exterior, contribuindo para a molhagem do suporte. Deformação uniforme acentuada da estrutura ou da parede de suporte. Falta de qualidade do material de colagem (falta de resistência do produto de assentamento ou da sua aderência ao suporte ou aos ladrilhos) Erros sistemáticos de aplicação. Incompatibilidade entre as várias camadas do sistema.
Reparação	Remoção dos ladrilhos. Eliminação das causas de entrada de água. Execução de juntas estruturais e juntas de assentamento com largura e espaçamento compatíveis.

<b>Anomalia: Descolamento com ou sem empolamento</b>	
Reparação	Limpeza do suporte e tratamento de eventuais fissuras existentes no suporte. Assentamento correcto do revestimento na zona removida, com produto de assentamento adequado ao tipo de parede e ao material de revestimento do ponto de vista mecânico, físico e químico.
Sintomas	Descolamentos generalizados sem empolamento do revestimento.
Causas	Deficiência da camada adesiva, em resultado da falta de qualidade do produto, da sua inadequação à função ou da sua má aplicação. Entrada de água para o tradoz através de fissuras, peitoris, platibandas, ....
Reparação	Remoção dos ladrilhos. Eliminação das causas de entrada de água. Limpeza do suporte e tratamento de eventuais fissuras existentes no suporte. Assentamento correcto do revestimento na zona removida, com produto de assentamento adequado ao tipo de parede e ao material de revestimento do ponto de vista mecânico, físico e químico.
<b>Anomalia: Fissuração</b>	
Sintomas	Fissuras que atravessam toda a espessura dos ladrilhos.
Causas	Fendilhação do suporte, ou movimentos diferenciais suporte-revestimento que provocam tracção nos ladrilhos. Contração ou expansão do produto de assentamento dos ladrilhos e/ou dos ladrilhos. Choque violento ou choque em ladrilhos mal assentes. Rotura por flexão em ladrilhos mal assentes.
Reparação	Remoção dos ladrilhos. Limpeza do suporte e tratamento de eventuais fissuras existentes no suporte. Assentamento correcto do revestimento na zona removida, com produto de assentamento adequado ao tipo de parede e ao material de revestimento do ponto de vista mecânico, físico e químico.
<b>Anomalia: Esmagamento ou lascagem nos bordos dos ladrilhos</b>	
Sintomas	Esmagamento ou lascagem nos bordos dos ladrilhos.
Causas	Movimentos diferenciais suporte-sistema de revestimento, que resultam em compressão dos ladrilhos.
Reparação	Remoção dos ladrilhos. Limpeza do suporte e tratamento de eventuais fissuras existentes no suporte. Execução de juntas que permitam absorver a previsível concentração de movimentos no revestimento. Assentamento do revestimento na zona removida.
<b>Anomalia: Alteração da cor</b>	
Sintomas	Alteração localizada da cor inicial dos ladrilhos.
Causas	Ataque químico.
Reparação	Remoção do revestimento e assentamento de ladrilhos que possuam características de resistência às acções em uso.
<b>Anomalia: Desprendimento do vidro</b>	
Sintomas	Crateras rodeadas por fissuras concêntricas.
Causas	Seleção inadequada dos ladrilhos que não teve em conta a severidade das acções de choque ou de gelo que se verificam em uso.
Reparação	Remoção do revestimento e assentamento de ladrilhos que possuam características de resistência às acções em uso.
<b>Anomalia: Deficiências de planeza</b>	
Sintomas	Deficiências de planeza.
Causas	Irregularidade do suporte que o produto de assentamento não pode disfarçar. Não cumprimento das regras de qualidade sobre planeza geral ou localizada da superfície do sistema. Empeno dos ladrilhos.
Reparação	Remoção do revestimento. Regularização da superfície de suporte. Assentamento de ladrilhos que verifiquem os requisitos de qualidade.

<b>Anomalia: Criptoflorescências e Eflorescências</b>	
Sintomas	Desenvolvimento de depósitos cristalinos sob ou sobre o revestimento cerâmico.
Causas	Devido à migração seguida de evaporação, de água contendo sais solúveis provenientes do suporte de aplicação, dos produtos de regularização, dos produtos de colagem e dos produtos das juntas.
Reparação	Eliminar ou reduzir as fontes de humidade que possa percolar no interior do suporte e da camada de assentamento. Remover as eflorescências por escovagem e/ou lavagem.
<b>Anomalia: Deterioração das juntas</b>	
Sintomas	Fendilhação, descoloração, desenvolvimento de microrganismos, perda de permeabilidade.
Causas	Localização e dimensionamento incorrecto das juntas de construção. Espessura inadequada da junta de assentamento. Características inadequadas do produto relativamente à: - impermeabilidade; - resistência à água, ao calor, aos agentes de limpeza e aos ataques químicos; - resistência ao desenvolvimento de microrganismos; - resiliência e compressibilidade.
Reparação	Remoção dos revestimentos nas zonas onde seja previsível a concentração de movimentos no revestimento - juntas de construção - e executá-las, com a localização e dimensionamento correcto. Reabilitar as juntas de assentamento com material e dimensões adequadas (profundidade igual à dos ladrilhos, largura de acordo com o especificado no projecto e totalmente preenchidas). Os produtos de preenchimento das juntas entre ladrilhos devem ser compatíveis com os ladrilhos e com a cola, e serem capazes de uma boa aderência aos bordos dos ladrilhos, o que implica uma limpeza eficaz das juntas e eventualmente a aplicação de um primário.
<b>Anomalia: Enodoamento</b>	
Sintomas	Manchas de produtos enodoantes na superfície dos ladrilhos.
Causas	Abertura de poros na superfície dos ladrilhos, em consequência do desgaste, ou de ataque químico, que retêm sujidade. Heterogeneidade das temperaturas superficiais nos elementos construtivos que originam a formação de zonas de fixação preferencial de poeiras nas partes mais frias (termoferese).
Reparação	Substituição dos ladrilhos afectados. Limpeza das superfícies.
<b>Anomalia: Desenvolvimento de microrganismos</b>	
Sintomas	Desenvolvimento de microrganismos
Causas	Rugosidade do revestimento cerâmico. Humedecimento do revestimento. Fachadas protegidas do vento e da radiação solar (paramentos virados a Norte).
Reparação	Proceder à limpeza com água e se necessário com biocida e evitar as condições que possam favorecer a sua fixação.

Relativamente à durabilidade dos revestimentos cerâmicos em fachadas, conforme se refere no ponto 3.7, Quadro 3.30, prevê-se para os revestimentos de paredes exteriores um período de vida útil superior a 8 anos, devendo os revestimentos cerâmicos apresentar um período de vida útil superior a 20 anos.

### 3.3.7. Anomalias nas coberturas inclinadas com revestimento em telha cerâmica

Relativamente às coberturas inclinadas, devem ser projectadas e calculadas segundo os regulamentos aplicáveis de modo a cumprirem integralmente as exigências funcionais que lhes são atribuídas, nomeadamente no que respeita à estabilidade. Uma das principais exigências funcionais de uma cobertura é a estanquidade à água da chuva, cuja satisfação depende essencialmente (MATC, 1998):

- da geometria da cobertura (inclinação, área da pendente, ...)
- da solução construtiva (laje aligeirada, telha vã, estrutura de madeira com ou sem forro, ...)
- do grau de exposição aos agentes atmosféricos.

Dado que para as questões de estanquidade, os factores climáticos mais gravosos são o vento e a chuva sob acção combinada, o Manual de Aplicação de Telhas Cerâmicas (MATC), apresenta um zonamento climático do território nacional português resultante da combinação vento-precipitação, no qual constam três zonas (MATC, 1998). Além deste zonamento é importante ter-se em consideração, dentro de cada uma destas zonas climáticas, o grau de exposição do edifício, que segundo esta publicação se pode classificar como: situação protegida, situação normal e situação exposta.

Para o projecto da cobertura, dever-se-á conjugar, para cada tipo de telha, o grau de exposição, o desenvolvimento da cobertura, e a zona climática na qual o edifício está implantado, para se determinar a inclinação mínima dos elementos de suporte das coberturas, que poderão ser fornecidos pelos fabricantes ou utilizarem-se os valores constantes do Quadro III do MATC.

As anomalias mais frequentes em coberturas decorrem de erros e/ou omissões de concepção, de erros de execução e de anomalias de funcionamento, cuja caracterização se encontra no Quadro 3.16.

Quadro 3.16 - Anomalias mais frequentes nas coberturas inclinadas com revestimento em telha cerâmica (Adaptado de Fonte: MATC, 1998)

Origem das anomalias	Anomalias / Consequências
Defeitos de concepção	Inclinação da cobertura (pendente): - Insuficiente - prejudica o escoamento das águas pluviais e facilita a sua infiltração bem como a acumulação de lixos, musgos e outros elementos que prejudicam o bom funcionamento da cobertura; - Excessiva - se não tiverem adequadas fixações da telha ao suporte podem ser a causa do seu deslocamento e queda.
	Ventilação da cobertura: - Ventilação da face inferior da telha (micro-ventilação) - cuja existência (no Inverno) contribui para a secagem da água da chuva absorvida pela telha, elimina o vapor de água produzido no interior e evita consequentes condensações, contribui para aumentar a durabilidade da telha e dos elementos de suporte, aumenta a resistência mecânica da telha sob a acção gelo-degelo, evita a distribuição irregular de neve sobre a cobertura devido à acção do calor vindo do interior; No Verão contribui para a diminuição do aquecimento por convecção da cobertura, devido à elevada temperatura que a telha pode atingir. - Ventilação do desvão da cobertura - fundamental para a durabilidade dos materiais, para o aumento do conforto térmico no Verão e para a salubridade do espaço.
	Geometria dos elementos estruturais - em caso de deficiente resistência de elementos estruturais da cobertura, a sua regularidade bem como o seu funcionamento ficam comprometidos.
Defeitos de execução	Encaixe das telhas que incorrectamente executado constitui pontos fracos da cobertura, muitas vezes colmatados com quantidades excessivas de argamassa, prejudiciais ao bom funcionamento da cobertura.
	Incorrecta sobreposição das telhas, decorrente na maioria das vezes do incorrecto espaçamento do ripado.
	Desalinhamento das fiadas de telhas, devido a incorrecta execução do ripado e/ou incorrecto alinhamento transversal e longitudinal das telhas, que resulta em mau funcionamento da cobertura e em deficiente aspecto visual.
Funcionamento das coberturas	Fracturas, lascas ou fendas, devidas a acções mecânicas como o impacto de equipamentos, devidos à movimentação de cargas, e de pessoas, devido à queda de objectos, de ferramentas, de granizo, ..., que provocam o mau funcionamento da cobertura especialmente devido à ocorrência de infiltrações.
	Acumulação de musgos, microrganismos, detritos e outros materiais, que dificultam o escoamento da água da chuva, com possibilidade de ocorrerem zonas de estagnação da mesma, o que proporciona a ocorrência de infiltrações sob a cobertura, na presença de condições favoráveis de vento.
	Descasque por acção do gelo - devido a insuficiente ventilação da telha e consequente sujeição a ciclos de gelo-degelo, devido à acumulação de água na telha e dificuldades de secagem. Esta anomalia ocorre frequentemente na zona da cumeeira, especialmente se acabada com argamassa.
	Diferenças de tonalidade: produzidas pelos agentes atmosféricos e que podem ter influência no aspecto estético sem qualquer redução das características das telhas.



Origem das anomalias	Anomalias / Consequências
Funcionamento das coberturas	<p>Deslocamentos de telhas: devidas à acção de ventos fortes e/ou a uma geometria inadequada da cobertura (inclinação excessiva).</p> <p>Infiltrações de água que podem ser facilitadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pela inclinação da cobertura;</li> <li>- pelos remates da cumeeira e dos rincões;</li> <li>- pelos remates com paredes e chaminés;</li> <li>- pelos larós;</li> <li>- pelos encaixes das telhas;</li> <li>- pelos remates e inclinações dos beirados;</li> </ul> <p>e agravada pelos seguintes parâmetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geometria e localização dos edifícios;</li> <li>- forma e inclinação da cobertura;</li> <li>- intensidade e direcção dos ventos dominantes;</li> <li>- estrutura das turbulências desenvolvidas;</li> <li>- inserção no meio envolvente</li> </ul>

Quanto à sua durabilidade são-lhes atribuídos 40 anos (Richardson, 2001).

### 3.3.8. Anomalias em coberturas revestidas com telhas de fibrocimento

As coberturas revestidas com chapas de fibrocimento têm grande representatividade especialmente em edifícios de habitação social, devido ao seu baixo custo inicial, maior rendimento e facilidade na construção. Devido à nocividade das fibras de amianto, que eram incorporadas no seu fabrico, por imposição de directivas europeias foi proibido a partir de 2005<sup>16</sup>

<sup>16</sup> A Directiva n.º 76/769/CEE, do Conselho, de 27 de Julho, estabelece o enquadramento jurídico da limitação da colocação no mercado e da utilização de certas substâncias e preparações perigosas, com o objectivo de salvaguardar a saúde humana e o ambiente.

No âmbito desta directiva, a regulamentação da comercialização e utilização de amianto e produtos que o contenham foi iniciada, em Portugal, com a publicação do Decreto-Lei n.º 28/87, de 14 de Janeiro, que transpôs a Directiva n.º 83/478/CEE, do Conselho, de 19 de Setembro, que constituía a quinta alteração à Directiva n.º 76/769/CEE.

Em 1985 foi adoptada a Directiva n.º 85/610/CEE, do Conselho, de 20 de Dezembro, que alterou pela sétima vez a Directiva n.º 76/769/CEE, e veio estabelecer novas limitações à colocação no mercado e à utilização de amianto, tendo sido transposta para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 138/88, de 22 de Abril.

Em 1991, foi adoptada a Directiva n.º 91/659/CEE, da Comissão, de 3 de Dezembro, que adaptou ao progresso técnico o anexo I da Directiva n.º 76/769/CEE, e proibiu a colocação no mercado e a utilização de certas fibras de amianto e de produtos a que as mesmas tenham sido intencionalmente adicionadas.

Esta directiva veio ainda proibir a colocação no mercado e a utilização de uma outra fibra de amianto (crisótilo) em 14 aplicações, tendo sido transposta para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 228/94, de 13 de Setembro.

Face ao progresso científico e técnico alcançado neste domínio, foi adoptada a Directiva n.º 1999/77/CE, da Comissão, de 26 de Julho, que adapta pela sexta vez o anexo I da Directiva n.º 76/769/CEE.

Em conformidade com a metodologia seguida em relação às anteriores transposições de directivas que alteram ou adaptam ao progresso técnico a Directiva n.º 76/769/CEE, o decreto-lei n.º 101/2005, de 23 de Junho introduz novas

a utilização dessas fibras em qualquer processo de fabrico. Foram assim substituídas por fibras celulósicas, poliméricas e metálicas. A durabilidade das telhas de fibrocimento varia muito sendo-lhe no entanto atribuída um período de vida útil entre 25 (Richardson, 2001) e 30 anos (Watt, 1999).

Na utilização deste tipo de telha tem que se dar especial cuidado aos pormenores construtivos nomeadamente no que respeita a superfícies a cobrirem, formas e tipos de apoio, sobreposições, montagem, perfuração das chapas e fixação dos respectivos acessórios (Brito e Paulo, 2004).

A principal anomalia apresentada por este tipo de revestimento é o aumento da sua fragilidade com a exposição aos agentes climáticos e a sua consequente degradação.

### 3.3.9. Anomalias em coberturas planas

Há semelhança das coberturas inclinadas, as exigências funcionais que se pretendem ver satisfeitas pelas coberturas planas agrupam-se essencialmente em quatro grupos: de segurança (estabilidade, ao fogo, durante a utilização), de habitabilidade (estanquidade, conforto termo higrométrico, acústico, visual), de durabilidade (conservação da qualidade/resistência, frequência e facilidade de limpeza, manutenção e reparação), de economia (custo global, economia de energia). Nas coberturas planas releva-se a função principal do revestimento de impermeabilização: garantir a satisfação das exigências de estanquidade à água. O tratamento dos elementos emergentes da cobertura, bem como das zonas de juntas sob o ponto de vista da estanquidade é de extrema importância nas coberturas planas (Lopes, 1998).

Apresenta-se no Quadro 3.17 uma lista não exaustiva de alguns dos modos de falha de

---

alterações ao Decreto-Lei n.º 264/98, 19 de Agosto, republicado pelo Decreto-Lei n.º 446/99, de 3 de Novembro, na redacção que lhe foi conferida pelos Decretos-Leis n.ºs 256/2000, de 17 de Outubro, 238/2002, de 5 de Novembro, 141/2003, de 2 de Julho, 208/2003, de 15 de Setembro, 123/2004, de 24 de Maio, 72/2005, de 18 de Março, e 73/2005, de 18 de Março, revogando os diplomas anteriores relativos à limitação da colocação no mercado e da utilização de fibras de amianto (Decretos-Leis n.ºs 28/87, 138/88 e 228/94).

Deste modo, é preocupação do Governo minorar os efeitos prejudiciais para a saúde humana e o ambiente, associados à utilização de amianto, concretizando a transposição para a ordem jurídica interna da Directiva n.º 1999/77/CE, da Comissão, de 26 de Julho, a qual não foi transposta anteriormente, no prazo previsto na mesma.

Decreto-Lei n.º 266/2007, de 24 de Julho - Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/18/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Março, que altera a Directiva n.º 83/477/CEE, do Conselho, de 19 de Setembro, relativa à protecção sanitária dos trabalhadores contra os riscos de exposição ao amianto durante o trabalho.

revestimentos de impermeabilização, com recurso à sistematização do FMEA<sup>17</sup> (Lair *et al.* Chevalier, 2002).

Quadro 3.17 - Revestimentos de impermeabilização: estado de degradação e modos de falhas (Lair *et al.* Chevalier, 2002)

Função	Elemento	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos
Impermeabilização relativamente à humidade exterior	Membrana de impermeabilização da cobertura	Fissuras	Cargas sobre a membrana Variação dimensional do suporte	Fissuração da membrana	Entrada de água
		Levantamento localizado	Acção do vento Pressão de vapor	Levantamento da membrana	Entrada de água
		Amolecer / escorrer	Temperatura - material betuminoso Temperatura - quantidade excessiva de betuminoso Carga excessiva (escorregamento e fricção)	Perda de estanquidade  Perda de continuidade	Entrada de água  Tensões nas extremidades
		Perfuração	Cargas pontuais - na colocação Cargas pontuais - na manutenção Cargas pontuais - na utilização Vegetação	Golpes/buracos na membrana	Entrada de água

Relativamente à durabilidade do revestimento de impermeabilização é-lhe atribuída uma durabilidade de 10 anos (Lopes, 1998).

### 3.3.10. Anomalias em vãos envidraçados

Como parte integrante das fachadas e por vezes das coberturas, os vãos envidraçados devem, em conjunto com a restante envolvente, limitar as acções exteriores de modo a verificar-se a satisfação dos requisitos de estanquidade, de permeabilidade ao ar, de resistência mecânica, de isolamento térmico, de iluminação, de conforto acústico, de resistência a

<sup>17</sup> FMEA - Failure Modes and Effects Analysis.

solicitações higrotérmicas, de durabilidade, de facilidade de manutenção e reparação, de resistência contra a intrusão e resistência ao fogo. As directivas comuns UEAtc<sup>18</sup> para a homologação de janelas definem como uma das mais importantes regras de qualidade a que as janelas devem obedecer, a respectiva segurança, referindo explicitamente que *“nenhuma das partes de uma janela se deverá deteriorar perigosamente ou partir-se sob a acção dos agentes atmosféricos, vibrações, reacções da estrutura ou em consequência de esforços resultantes do uso”*. Prevê também no seu texto diversas formas de assegurar que o desempenho dos caixilhos seja compatível com estas exigências, sendo nuns casos, o desempenho adequado assegurado através do cumprimento de disposições construtivas e noutros casos, verificado através do ensaio de protótipos da caixilharia (Viegas, 2002; Viegas, 2004).

Apresentam-se no Quadro 3.18 as principais anomalias e as possíveis causas, que podem ocorrer nestes tipos de vãos.

Quadro 3.18 - Anomalias mais correntes em vãos envidraçados (Adaptado de Viegas, 2002)

Anomalias	Causas
Perda de estanquidade à água	Vedação insuficiente Furos de drenagem inexistentes ou mal posicionados Inexistência de barreira exterior que limite o caudal de água infiltrado Inexistência de câmara para recolha e drenagem de água entre as duas linhas de vedação Utilização de um vedante de baixa permeabilidade ao ar na linha exterior de vedação Ausência de pingadeira na face externa Inexistência de lacrimais que evitem a progressão das gotas de água aderentes às superfícies Utilização de aros incompletos
Elevada permeabilidade ao ar	Inexistência de vedantes na junta móvel Retracção dos vedantes ao longo do tempo Deficiência nas ligações de canto dos vedantes Existência de pequenas aberturas nas juntas fixas do caixilho Folga excessiva na junta móvel
Deformações excessivas	Deficiência de projecto Vidros mal calçados Ferragens de fecho mal afinadas ou pontos de fecho em número insuficiente
Fractura de vidros	Calçamento deficiente Folga insuficiente na junta dos vidros Dilatações diferenciais devidas ao efeito de sombreamento Juntas de dilatação da caixilharia mal concebidas
Condensações	Isolamento térmico insuficiente Elevada humidade ambiente

<sup>18</sup> Union Européenne pour l'agrément technique dans la construction (UEAtc).

Anomalias	Causas
Condensações no interior de vidros isolantes	Deficiência de fabrico Calçamento insuficiente
Degradação da anodização	Espessura insuficiente Colmatagem deficiente
Degradação da termolacagem	Espessura insuficiente Aderência deficiente Utilização incorrecta de acessórios do caixilho que, por contacto deslizante podem desgastar o revestimento
Diferenças de cor	Processo de fabrico deficiente
Oxidação dos acessórios	Retenção de água no interior dos caixilhos Revestimento superficial de protecção dos acessórios deficiente
Apodrecimento das madeiras	Existência de fontes de humidade Falta de aplicação de tratamento de preservação Não utilização de madeiras duráveis
Degradação superficial da madeira	Utilização de revestimentos inadequados Falta de conservação
Empenos	Seleção inadequada da madeira Existência de fontes de humidade

### 3.4 DEGRADAÇÃO DA ENVOLVENTE EXTERNA DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO SOCIAL

No sentido de se caracterizar o estado de degradação da envolvente exterior dos edifícios de habitação social e identificarem-se as anomalias que mais frequentemente ocorrem nessas envolventes, procedeu-se à pesquisa de trabalhos incidentes sobre este tipo de edifícios de habitação que se apresenta de seguida.

A diversidade de programas de habitação social realizados ao longo dos anos, referidos no Capítulo 2, resultou numa grande diversidade em termos de dimensão, tipologias, padrões habitacionais e estado de degradação, como se verifica no Quadro 3.19.

Quadro 3.19 - Aspectos gerais da degradação em edifícios de habitação social

(Adaptado de Cabrita *et al.* 2000)

Tipologia/Época de construção	Características/Estado de degradação
Edifícios unifamiliares das décadas de 30/40 a 90	Reduzida dimensão e aplicação de processos construtivos experimentados e conhecidos, leva a degradação física pontual, frequentemente resolvidas pelos próprios moradores.
Edifícios multifamiliares das décadas de 40 a 60	Reduzida dimensão e aplicação de processos construtivos experimentados e conhecidos, leva a degradação física pontual, especialmente ao nível das caixilharias e revestimentos exteriores.
Pequenos edifícios multifamiliares das décadas de 70 a 90	Apesar da sua dimensão reduzida, já se encontram nestes edifícios situações de degradação resultantes da aplicação de processos construtivos menos conhecidos e experimentados, decorrentes nomeadamente do aligeiramento das paredes exteriores.
Grandes edifícios multifamiliares das décadas de 70 a 90	É nestes edifícios que se concentram os maiores problemas. Apresentam grandes índices de degradação resultantes de problemas construtivos devidos a deficientes soluções construtivas, à implementação de processos construtivos pouco experimentados, na altura inovadores (tais como a construção em túnel e a pré-fabricação), à aplicação de materiais pouco conhecidos (ex.: blocos de betão autoclavado), problemas conjugados entre construção, equipamentos, componentes, instalações e soluções funcionais dos edifícios e fogos.

A grande incidência de anomalias em edifícios com data de construção posterior a 1970, edifícios recentes, levou a que este estudo incida na determinação do grau de degradação dos edifícios multifamiliares de construção posterior a esta data.

Através de um protocolo celebrado entre o IGAPHE e a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, analisou-se o comportamento das soluções de reabilitação aplicadas a 32 conjuntos habitacionais, de construção a custos controlados, localizados na zona norte de Portugal, num total de 4200 fogos. Este estudo incidiu no comportamento da envolvente exterior e especialmente das fachadas. Este conjunto de edifícios foi sujeito a intervenções de reabilitação da sua envolvente exterior - cobertura, paredes exteriores, vãos envidraçados, juntas de dilatação e sistemas de drenagem de águas pluviais, indicando como anomalias mais frequentes, detectadas antes dessas intervenções (Abrantes *et al.*, 1999):

- a fissuração do revestimento e do próprio reboco da fachada com consequentes infiltrações de água no interior dos fogos;

- o envelhecimento e destacamento do material de impermeabilização das juntas de ligação da caixilharia à fachada;
- a deficiente resistência mecânica da “forra” das empenas em tijolo vazado ou em blocos de betão celular autoclavado de pequena espessura, no caso de edifícios de estrutura laminar;
- a degradação do sistema de drenagem de águas pluviais;
- a perda de elasticidade e consequente fissuração e desagregação do material de impermeabilização das juntas de dilatação entre os edifícios;
- o aparecimento de manchas de humidade nos tectos dos fogos do último piso devido à ausência de isolamento da cobertura.

Após as intervenções de reabilitação as anomalias observadas foram classificadas de acordo com a codificação constante no Quadro 3.20, no qual constam as respectivas percentagens de incidência, em relação ao total dos 32 conjuntos habitacionais estudados.

Quadro 3.20 - Caracterização das anomalias identificadas após as acções de reabilitação  
(Adaptado de Abrantes *et al.*, 1999)

Localização	Código	Descrição	% da incidência da anomalia relativamente ao total do conjunto de edifícios
Cobertura	PC1	Degradação do revestimento da cobertura	18,8
	PC2	Ausência de rufagem na ligação da cobertura com os elementos verticais emergentes e consequente aparecimento de manchas de escorrência na fachada	6,3
	PC3	Degradação da rufagem na ligação existente no topo dos elementos verticais e consequente aparecimento de manchas de escorrência na fachada	65,6
Paredes exteriores	PP1	Fissuração do revestimento da superfície exterior das paredes	62,5
	PP2	Fissuração do revestimento da superfície exterior dos corpos em consola	6,3
	PP3	Fissuração do revestimento da superfície exterior junto aos vãos envidraçados	34,4
	PP4	Microfissuração do revestimento da superfície exterior das paredes	59,4
	PP5	Destacamento do revestimento da superfície exterior das paredes	68,8
	PP6	Manchas de humidade	65,6
	PP7	Manchas na superfície das paredes exteriores menos expostas à radiação solar devidas ao desenvolvimento de microrganismos	0

Localização	Código	Descrição	% da incidência da anomalia relativamente ao total do conjunto de edifícios
Paredes exteriores	PP8	Manchas em forma geométrica que correspondem às juntas dos blocos de alvenaria ou à própria estrutura de suporte, causadas pelo fenómeno designado por “termoforese”	9,4
	PP9	Deposição de “teias” criadas por insectos na superfície de paredes exteriores	9,4
	PP10	Manchas de escorrências no revestimento da superfície exterior das paredes	71,9
	PP11	Degradação do sistema de isolamento térmico pelo exterior, principalmente ao nível do rés-do-chão	12,5 *
	PP12	Degradação das superfícies em betão à vista	56,3
	PP13	Fissuração das superfícies em betão à vista	34,4
	PP14	Armaduras visíveis nas superfícies em betão	31,3
	PJ1	Degradação e fissuração do material de impermeabilização das juntas de dilatação	53,1
	PV1	Degradação da caixilharia	37,5
Juntas de dilatação	PV2	Degradação dos peitoris: encontram-se pontualmente partidos	43,8
Vãos envidraçados	PV3	Deterioração do material de impermeabilização das juntas de ligação da caixilharia com fachada	40,6
	PV4	Protecções exteriores degradadas e/ou partidas	12,5
	PV5	Degradação da caixa de estores exterior e deficiente tratamento das juntas de ligação da caixa de estores à fachada	15,6
	PA1	Degradação da pintura dos tubos de queda, principalmente ao nível do rés-do-chão	50,0
	PA2	Troços de tubos de queda partidos, desalinhados ou soltos	32,0
Sistema de drenagem de águas pluviais	PA3	Troços de caleira soltos ou deformados.	6,25
	PA4	Degradação da pintura da superfície exterior das caleiras	12,5
	PA5	Deterioração da ligação dos tubos de queda às caleiras	37,5
	PA6	Ausência e/ou degradação da ligação dos tubos de queda às caixas de areia	28,1

\* Dos 32 conjuntos de edifícios analisados 4 apresentavam esta anomalia, sendo de relevar que esta solução de isolamento térmico pelo exterior foi aplicada através de intervenções de reabilitação em 10 dos conjuntos estudados.

Dos resultados obtidos nesta análise verifica-se que as anomalias mais frequentes, ao nível das coberturas são:

- a degradação da rufagem na ligação existente no topo dos elementos verticais e consequente aparecimento de manchas de escorrência na fachada;

ao nível das fachadas encontram-se:



- as fissurações do revestimento da superfície exterior das paredes;
- a microfissuração do revestimento da superfície exterior das paredes;
- o destacamento do revestimento da superfície exterior das paredes;
- as manchas de humidade;
- as manchas de escorrências no revestimento da superfície exterior das paredes;
- a degradação das superfícies em betão à vista;

no que respeita aos vãos envidraçados a:

- degradação dos peitoris, encontrando-se pontualmente partidos;
- deterioração do material de impermeabilização das juntas de ligação da caixilharia com a fachada, seguidas da própria degradação da caixilharia;

quanto ao sistema de drenagem de águas pluviais respeitam:

- à degradação da pintura dos tubos de queda, principalmente ao nível do rés-do-chão;
- a troços de tubos de queda partidos, desalinhados ou soltos.

Observa-se ainda em mais de 50% dos casos a degradação e fissuração do material de impermeabilização das juntas de dilatação.

Verifica-se que continuaram a incidir sobre os edifícios anteriormente sujeitos a intervenções de reabilitação um conjunto de anomalias genericamente já observadas antes dessas intervenções. Estas anomalias implicam diminuição do desempenho dos órgãos e elementos da envolvente do edifício especialmente no que respeita às exigências de estanquidade, de durabilidade e termo higrométricas das habitações.

Quanto à durabilidade das soluções de reabilitação implementadas Abrantes (1999), refere que não terão sido as mais eficazes dado que na avaliação após reabilitação, os edifícios de 10 empreendimentos (31%) foram classificados como degradados ou muito degradados, entre 6 a 9 anos após as acções de reabilitação a que foram sujeitos. Com um intervalo de tempo inferior ou igual a quatro anos encontra-se igual percentagem sem degradação aparente. Existe um caso que ao fim de 9 anos apresenta pontualmente ligeira degradação e dois casos que ao fim de 4 e 5 anos respectivamente apresentam ligeira degradação com situações pontuais de degradação. Os restantes casos apresentam-se degradados ou com acentuada degradação maioritariamente a partir dos 6 anos após as acções de reabilitação, conforme se verifica no Quadro 3.21 e no Quadro 3.22 (Rodrigues e Teixeira, 2006).

Quadro 3.21 - Apreciação global dos empreendimentos após as intervenções de Reabilitação  
(Adaptado de Abrantes *et al.*, 1999)

Processo n.º	Data de construção	Data de reabilitação	$\Delta t$	Apreciação global após as intervenções de reabilitação		$\Delta t^*$ (1998)
1	1981	1996	15	Sem degradação aparente	D1	2
2	1977	1991	14	Degradação acentuada	D4	7
3	1980	1991	11	Ligeiramente degradado a degradado	D2-3	7
4	1977	1994	17	Sem degradação aparente	D1	4
5	1977	1991	14	Ligeiramente degradado	D2	7
6	1978	1996	18	Sem degradação aparente	D1	2
7	1978	1994	16	Ligeiramente degradado a degradado	D2-3	4
8	1979	1990	11	Degradado	D3	8
9	1978	1990	12	Ligeiramente degradado a degradado	D2-3	8
10	1980	1997	17	Sem degradação aparente	D1	1
11	1981	1996	15	Sem degradação aparente	D1	2
12	1976	1991	15	Degradação acentuada	D4	7
13	1979	1990	11	Ligeiramente degradado	D2	8
14	1980	1998	18	Sem degradação aparente	D1	0
15	1978	1990	20	Degradado	D3	8
16	1979	1990	11	Degradado	D3	8
17	1977	1996	19	Sem degradação aparente	D1	2
18	1977	1990	13	Ligeiramente degradado a degradado	D2-3	8
19	1981	1996	15	Sem degradação aparente	D1	2
20	1980	1991	11	Ligeiramente degradado	D2	7
21	1978	1995	17	Sem degradação aparente	D1	3
22	1980	1995	15	Sem degradação aparente a ligeiramente degradado	D1-2	3
23	1980	1990	10	Degradado a degradação acentuada	D3-4	8
24	1981	1991	10	Degradado	D3	7
25	1977	1992	15	Degradação acentuada	D4	6
26	1979	1990	11	Degradado a degradação acentuada	D3-4	8
27	1979	1997	18	Sem degradação aparente	D1	1
28	1979	1991	12	Ligeiramente degradado	D2	7
29	1980	1993	13	Ligeiramente degradado a degradado	D2-3	5
30	1978	1989	11	Degradação acentuada	D4	9
31	1977	1990	13	Ligeiramente degradado	D2	8
32	1980	1989	9	Sem degradação aparente a ligeiramente degradado	D1-2	9

$\Delta t^*$  - intervalo de tempo entre a intervenção de reabilitação e a avaliação técnica após a reabilitação.

Quadro 3.22 - Síntese da avaliação da degradação após reabilitação  
(Adaptado de Abrantes *et al.*, 1999)

Apreciação global após as intervenções de reabilitação	N.º absoluto	Percentagem	$\Delta t^*$									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D1	10	31,3	1	2	5	1	1					
D1-2	2	6,3				1						1
D2	5	15,6								3	2	
D2-3	5	15,6					1	1		1	2	
D3	4	12,5								1	3	
D3-4	2	6,3									2	
D4	4	12,5							1	2		1

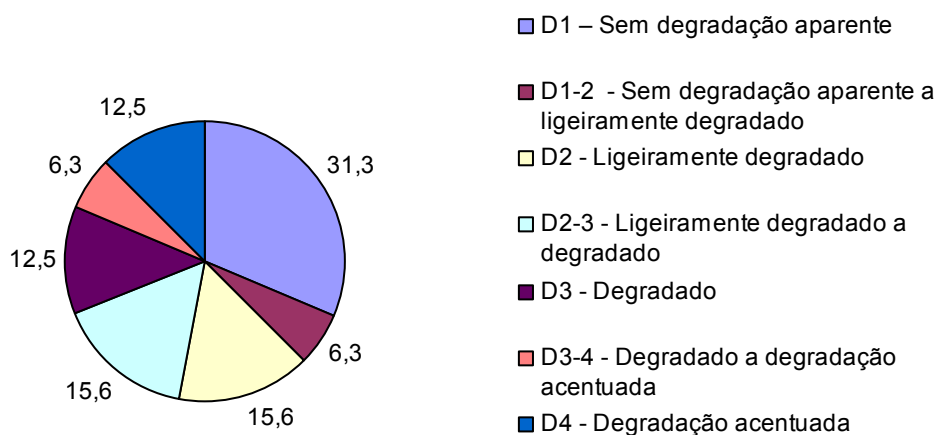


Figura 3.7 Percentagem de empreendimentos degradados após a reabilitação  
(Adaptado de Abrantes *et al.*, 1999)

No inquérito à satisfação residencial apresentado na 3ª Análise Retrospectiva do Parque Habitacional Financiado pelo INH, anos de 1995 a 1998, foi utilizada uma escala ordinal composta por 4 pontos que permite uma classificação dos itens contemplados a partir dos seguintes valores e significados associados:

1 = Não Satisfaz;

2 = Satisfaz Pouco;

3 = Satisfaz;

4 = Satisfaz Bastante.

A média da escala é o valor 2,5, pelo que neste estudo as apreciações situadas abaixo

deste valor representam níveis negativos de satisfação, enquanto as que se apresentarem acima deste valor indicam níveis positivos de satisfação (LNEC, 2004). No que respeita à habitação os inquiridos mostraram insatisfação, nomeadamente quanto ao isolamento sonoro ao ruído exterior, ao isolamento de caixilharias de janelas e portas, e à temperatura e ventilação da casa (Quadro 3.23).

Quadro 3.23 - Satisfação com a habitação (Adaptado de LNEC, 2004)

<b>Categoria Avaliada</b>	<b>Itens Avaliados</b>	<b>Valoração Atribuída</b>
Habitação	Satisfação com o isolamento ao ruído exterior	1,99
	Satisfação com o isolamento de caixilharias de janelas e portas	1,90
	Satisfação com a temperatura da casa	2,34
	Satisfação com a ventilação da casa	2,27

Relativamente à avaliação do edifício os inquiridos mostraram insatisfação, entre outros itens avaliados, relativamente ao aspecto exterior do edifício, aos materiais de construção do edifício, ao estado de conservação do edifício (Quadro 3.24).

Quadro 3.24 - Satisfação com o edifício (Adaptado de LNEC, 2004)

<b>Categoria Avaliada</b>	<b>Itens Avaliados (seleccionados)</b>	<b>Valoração Atribuída</b>
Edifício	Satisfação com o aspecto exterior do edifício	2,30
	Satisfação com os materiais de construção do edifício	1,97
	Satisfação com o estado de conservação do edifício	2,40

Segundo o mesmo estudo estes níveis de insatisfação podem ser corroborados pela identificação de anomalias registadas na habitação, relacionadas com a construção e materiais utilizados, tendo-se identificado anomalias em 92,6% dos fogos inquiridos, sendo 8, o número médio de anomalias por fogo. Pela análise dos resultados obtidos verifica-se que 16,3% das anomalias registadas correspondem a fendas largas e finas (em paredes interiores, exteriores e tectos), 29,8% à manifestação de humidade em vários tipos de compartimentos (cozinha, instalações sanitárias, quartos e sala, localizadas em paredes interiores, exteriores e tectos), 8,7% a problemas nas redes de distribuição de água, 6,8% a problemas nas redes de esgotos e 38,4% a avarias diversas (LNEC, 2004, adaptado do Quadro 8: 243; Rodrigues e Cardoso, 2006).

Estes resultados relativos à avaliação da satisfação dos habitantes reforçam o objectivo deste trabalho, em se caracterizar o grau de degradação da envolvente exterior do

parque de habitação social de arrendamento público, bem como em se estabelecerem os critérios de avaliação relacionadas com o desempenho funcional relativamente ao aspecto visual do edifício, à sua durabilidade, ao conforto termo higrométrico e acústico e à estanquidade. Poder-se-á assim justificar opções por soluções de projecto e de reabilitação, nas quais se privilegie materiais, sistemas e instalações de durabilidade mais elevada e cuja manutenção seja minimizada, facilitada e segura sob o ponto de vista da prevenção de riscos profissionais, havendo necessidade de se proceder a acções de reabilitação de qualidade, que garantam perenidade e proporcionem uma nova imagem exterior aos edifícios existentes, tão importante para a valorização e preservação do património construído, por parte dos seus habitantes (Cabrita *et al.*, 2000).

Para se determinar esse grau de degradação há necessidade de se estabelecer um método, a partir do qual seja atribuída uma valoração à envolvente exterior dos edifícios, que permita decidir hierarquicamente sobre o tipo e profundidade das intervenções a efectuar no edifício. Assim, no Capítulo 4, apresentar-se-á o resultado de pesquisa bibliográfica efectuada com o objectivo de se conhecerem os métodos aplicados para a caracterização do estado de degradação/conservação dos edifícios.

### 3.5 ESTRATÉGIAS TRADICIONAIS DE REABILITAÇÃO DE PATOLOGIAS NÃO ESTRUTURAIS

A reabilitação de patologias não estruturais assenta, tradicionalmente, numa ou em várias das seis estratégias, que se seguem (Nascimento, 2002; Silva, 2002):

- eliminação das anomalias;
- substituição dos elementos e materiais;
- ocultação de anomalias;
- protecção contra os agentes agressivos;
- eliminação das causas das anomalias;
- reforço das características funcionais.

A adopção de uma destas estratégias ou da sua combinação entre si, está muito dependente do tipo de patologia, da facilidade de diagnóstico e das condicionantes técnicas, económicas e sociais da realização dos trabalhos de reabilitação.

No que se refere à reabilitação da envolvente exterior a mera ocultação de anomalias, através de operações de limpeza, reparações superficiais e pinturas são meras

acções de “maquilhagem”, através das quais se contribui positivamente para a classificação do requisito funcional relativo ao aspecto visual, mas cujos resultados em termos de melhoria das condições de habitabilidade são diminutos, verificando-se a prevalência das anomalias sentidas antes dessas intervenções, ou verificando-se a degradação precoce dos elementos sobre os quais recaíram as intervenções.

É essencial uma identificação das anomalias e das respectivas causas para se proceder à sua posterior eliminação, de preferência com o reforço das características funcionais.

### 3.6 CARACTERIZAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE REABILITAÇÃO

#### 3.6.1. Caracterização económica

Na síntese de métodos de estimação de custos das obras de reabilitação de edifícios, apresentados por Bezelga e Neto (1985), verifica-se que apresentam os seguintes pontos comuns:

- inventariação do estado de degradação física do edifício, através da análise no local, de uma lista de elementos padrão;
- atribuição de uma pontuação ao estado de degradação de cada elemento, à qual está associada o tipo de acção a empreender.

Relativamente a esses métodos:

- o método inglês referido pelos autores, associa ao estado de cada elemento, uma graduação de 1 a 5 que corresponde a 5 situações diferenciadas de intervenção:
  - 1- refazer de novo
  - 2- reparação profunda
  - 3 - reparação média
  - 4 - reparação pequena
  - 5 - bom estado
- um dos métodos franceses também referido, baseado no método inglês, permite a partir do somatório dos pontos obtidos por inventariação do estado de degradação do edifício sugerir o tipo de acção a empreender: demolição, manutenção no estado actual ou reabilitação, permitindo neste caso prever o tipo de reabilitação:

ligeira, média, profunda ou excepcional;

- o método austríaco, semelhante aos anteriores, analisa o estado de degradação física de 34 elementos do edifício sendo-lhes atribuídos quatro classificações: bom, reparação parcial, reparação total, “fora de uso”;
- o método suíço, também semelhante aos anteriores, baseia-se numa inventariação exaustiva do estado de degradação física dos edifícios que inclui instruções para a observação dos diferentes elementos.

Segundo Bezelga e Neto (1985), poder-se-á classificar a reabilitação de acordo com os respectivos custos por m<sup>2</sup> de pavimento, ou de acordo com as correspondentes percentagens de custo das obras de reabilitação relativamente ao custo total do edifício construído de novo, conforme o Quadro 3.25.

Quadro 3.25 - Classificação da reabilitação (Adaptado de Bezelga e Neto, 1985)

Reabilitação	Percentagem do custo das obras de reabilitação relativamente ao custo total do edifício construído de novo
Ligeira	Se a percentagem do custo das obras é inferior a 25%
Média	Se a percentagem do custo das obras estiver compreendida entre 25% e 50%
Profunda	Se a percentagem do custo das obras estiver compreendida entre 50% e 80%
Excepcional*	Se a percentagem do custo das obras for superior a 80%

\* Reabilitação excepcional pode ser constituída por: um número moderado de trabalhos mas de custos elevados; um numeroso conjunto de trabalhos de custos médios; um elevado conjunto de trabalhos que correspondem praticamente a uma construção nova, sendo neste caso discutível chamar reabilitação à operação.

As fórmulas-tipo de revisão de preços, publicadas através do Despacho n.º 1592/2004<sup>19</sup>, traduzem a composição de custos-tipo das obras de reabilitação de edifícios (visível nas parcelas revisíveis das fórmulas-tipo) e constituem uma referência a que se pode recorrer, quando não se possui outra informação, para se conhecer a composição de custos daquele tipo de trabalhos, conforme refere Paiva *et al.* (2007).

Para a reabilitação de edifícios encontram-se publicadas, no referido diploma, três fórmulas-tipo para cada nível de reabilitação considerado:

- fórmula F05 - reabilitação ligeira de edifícios;
- fórmula F06 - reabilitação média de edifícios;
- fórmula F07 - reabilitação profunda de edifícios.

<sup>19</sup> Despacho n.º 1592/2004 - D.R.II Série. 19(23-01-2004), publicado ao abrigo do Decreto-Lei n.º 6/2004 - D.R. Série I-A. 4 (06-01-2004) 62-67 (Regime de revisão de preços das empreitadas de obras públicas e de obras particulares e de aquisição de bens e serviços).

Estas fórmulas apresentam a seguinte expressão:

$$Ct = a \frac{S_t}{S_0} + \sum_{i=1}^n \left( b_i \frac{M_{ti}}{M_{0i}} \right) + c \frac{E_t}{E_0} + d \quad (3.1)$$

em que:

$Ct$  - Coeficiente de actualização a aplicar ao montante sujeito a revisão

$a$ ,  $b_i$ ,  $c$  - coeficientes que traduzem a incidência da mão-de-obra, dos materiais e dos equipamentos de apoio, respectivamente

$d$  - corresponde à parte não revisível e toma o valor 0,10

$S_t$ ,  $S_0$  - índices de custo da mão-de-obra

$E_t$ ,  $E_0$  - índices de equipamentos de apoio

$M_t$ ,  $M_0$  - índices de materiais

Apresenta-se no Quadro 3.26 a composição de custos de cada uma das fórmulas tipo referidas.

Quadro 3.26 - Fórmulas-tipo de revisão de preços para obras de reabilitação de edifícios  
(Despacho n.º 1592/2004; Paiva *et al.*, 2007)

Estrutura de custos		Fórmulas - Tipo		
		F05	F06	F07
a	Mão-de-obra	0,45	0,55	0,60
b	M03 - inertes	0,01	0,01	0,01
	M05 - Cantarias de calcário e granito	-	-	0,02
	M09 - Produtos cerâmicos vermelhos	-	-	0,01
	M10 - Azulejos e mosaicos	0,10	0,06	0,02
	M13 - Chapa de aço macio	0,01	0,02	0,03
	M20 - Cimento em saco	0,01	0,02	0,02
	M23 - Vidro	0,01	-	-
	M24 - Madeiras em pinho	-	0,07	0,08
	M29 - Tintas para construção civil	0,22	0,09	0,04
	M42 - Tubagem de aço e aparelhos para canalizações	0,02	0,02	0,02
	M46 - Produtos para instalações eléctricas	-	0,02	0,02
c	Equipamentos de apoio	0,07	0,04	0,03
d	Constante	0,10	0,10	0,10

### 3.6.2. Projecto de revisão do RGEU

Verifica-se a semelhança do método referido no ponto anterior com o estabelecido no projecto de diploma de revisão do RGEU<sup>20</sup> - Regulamento Geral das Edificações Urbanas, que se

<sup>20</sup> Documento de trabalho da subcomissão para a revisão do RGEU, Conselho Superior de Obras Públicas e dos Transportes, de 04-02-11.



aplica a novas edificações, a obras de intervenção em edificações existentes e a obras que impliquem alteração da topografia local e que classifica as intervenções em edificações existentes, em quatro níveis de acordo com o Quadro 3.27, que se segue.

Quadro 3.27 - Classificação das intervenções em edificações existentes

Nível	Percentagem do custo da intervenção relativamente ao custo da construção de um edifício novo (Q)
I	Se $Q \leq 5\%$
II	Se $5\% < Q \leq 25\%$
III	Se $25\% < Q \leq 50\%$
IV	Se $Q > 50\%$

Em que  $Q$  é a percentagem do custo  $C_i$  da intervenção relativamente ao custo  $C_n$ , da construção de um edifício novo com uma área bruta idêntica à do edifício original, calculado com base nos preços unitários definidos nas tabelas oficiais, ou seja:

$$Q = \frac{C_i}{C_n} \times 100 \quad (3.2)$$

Para o cálculo de  $Q$ , indica que o custo da intervenção ( $C_i$ ), será obtido adicionando-lhe os custos acumulados de todas as intervenções executadas na edificação nos cinco anos anteriores ou desde a última intervenção do nível IV.

Foram desenvolvidos métodos para a estimativa de custos de trabalhos de reabilitação dos quais se releva a aplicação informática EPIQR<sup>21</sup>, referida em 4.6.2, que permite a avaliação global dos custos dos trabalhos de reabilitação tipificados na respectiva base de dados, devendo em cada país que pretenda utilizar esta aplicação ser desenvolvida a respectiva base de dados de custos, conforme é justificado por Caccaveli e Genre (2000). Em Portugal foram desenvolvidos trabalhos neste âmbito que incidem essencialmente em edifícios antigos:

- “Economia da reabilitação de edifícios de habitação” (Pontes, 1990);
- “Reabilitação de edifícios de habitação - contribuição para a estimação de custos” (Braga, 1990);
- “Reabilitação excepcional de edifícios - caracterização e estimação técnico-económica” (Nunes, 1995).

Recentemente Lanzinha (2006) desenvolveu a aplicação informática “ESTIMA -

<sup>21</sup>EPIQR - Energy, Performance, Indoor, Environmental, Quality and Retrofit.

Estimativa de custos de trabalhos de reabilitação de edifícios de habitação”, aplicado a edifícios recentes.

### 3.6.3. Níveis de intervenção

Quando se tem que tomar uma decisão sobre um elemento ou conjunto de elementos construtivos, relativamente aos quais as operações de manutenção e conservação são inexistentes, ou já não produzem qualquer efeito, existem três possíveis alternativas (Johnson, 1981 cit. por Leitão, 2003):

- *“abandonar, deixando prosseguir a degradação;*
- *reparar o elemento ou elementos danificados ou inadequados às novas exigências ou seja, procurar restabelecer ou melhorar a propriedade principal a que o elemento de construção se destina;*
- *substituir, no caso da reparação não ser viável”.*

Leitão (2003) opta pela criação de três níveis relativos aos princípios de intervenção de acordo com o objectivo da intervenção e não considerando a hipótese de abandono:

- intervenções ligeiras, de tipo 1, que no âmbito da metodologia apresentada pelo autor, consistem em soluções de ocultação da anomalia ou de intervenção noutros elementos que não o elemento em causa e, são apenas aplicáveis, aos casos em que não esteja em causa a alteração das características de segurança e resistência do elemento.
- intervenções médias, de tipo 2, que implicam reparações que podem ou não incluir reforço e que, não obrigam à demolição de mais de 50% do elemento, ou das quais resulta uma aproximação ao nível de qualidade inicial.
- Intervenções profundas, de tipo 3, que se entendem como intervenções que visam a demolição de mais de 50% do elemento ou das quais resulta uma melhoria significativa em relação ao nível de qualidade inicial, atingindo-se o nível actual de qualidade média regulamentar.

No Guia Técnico de Reabilitação Habitacional, à semelhança das classificações referidas, é apresentada uma graduação das intervenções de reabilitação, cuja classificação se processa segundo quatro níveis de reabilitação, conforme se sintetiza no

Quadro 3.28 (Paiva *et al.*, 2007).

Quadro 3.28 - Níveis de reabilitação (Adaptado de Paiva *et al.*, 2007)

Nível	Descrição
Nível I: reabilitação ligeira	Compreende basicamente a execução de pequenas reparações e beneficiações das instalações e equipamentos existentes nos fogos (especialmente na casa de banho e cozinha) assim como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• melhoria das condições interiores de ventilação, exaustão e iluminação;</li> <li>• limpeza e manutenção da cobertura e do sistema de drenagem de águas pluviais;</li> <li>• reparação pontual de anomalias em rebocos, pintura interior e exterior do edifício;</li> <li>• reparação de caixilharia;</li> <li>• beneficiação da instalação eléctrica e de iluminação.</li> </ul>
Nível II: reabilitação média	Compreende os trabalhos indicados para o nível I e ainda: <ul style="list-style-type: none"> <li>• reparação ou substituição parcial de carpintarias (em caixilharias, escadas, tectos e soalhos);</li> <li>• reparação e eventual reforço de elementos estruturais, geralmente de pavimentos e da cobertura;</li> <li>• reparação generalizada de revestimentos nos paramentos interiores e exteriores (em paredes, tectos e cobertura);</li> <li>• nova instalação eléctrica;</li> <li>• reorganização de espaços de habitação;</li> <li>• melhoria das condições funcionais e ambientais dos espaços e equipamentos.</li> </ul>
Nível III: reabilitação profunda	Além dos trabalhos compreendidos nos níveis anteriores compreende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• introdução de profundas alterações na distribuição e organização de espaços interiores dos edifícios;</li> <li>• reparação de elementos construtivos deteriorados que possam colocar em risco a segurança dos utilizadores (escadas, paredes divisórias, elementos da estrutura da cobertura);</li> <li>• introdução ou adaptação de espaços para criar instalações e equipamentos em falta nos alojamentos.</li> </ul>
Nível IV: reabilitação excepcional	Corresponde a operações de natureza excepcional, cujo custo se pode aproximar ou superar o custo de uma nova edificação com áreas e características semelhantes. Essas operações com um grau de desenvolvimento profundo podem obrigar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• à reabilitação e/ou reforço de elementos estruturais;</li> <li>• à reabilitação de edifícios para padrões elevados e muito superiores aos preexistentes.</li> </ul>

As metodologias apresentadas para a definição dos níveis de intervenção em obras de conservação, reparação e reabilitação de edifícios, têm como suporte a identificação da extensão e profundidade das anomalias existentes e são estabelecidos em função destes parâmetros ou em função de parâmetros económicos.

**A recolha de informação sobre custos de reabilitação é um trabalho complexo dada**

a diversidade e imprevisibilidade de trabalhos, bem como as condicionantes existentes que podem dificultar a realização dos trabalhos. No entanto trata-se de informação fundamental para se poder decidir com base em relações de custo-benefício e para o planeamento das intervenções com base no orçamento disponível.

Pretende-se com o presente trabalho encontrar um modelo para estimar os custos de conservação/reparação e os custos de reabilitação, baseado num índice de custos das acções a implementar na envolvente exterior dos edifícios, em função do respectivo grau de degradação e dos níveis de qualidade a atingir.

### 3.7 DEVER DE CONSERVAÇÃO DO EDIFICADO

Relativamente ao dever de conservação do edificado o artigo 89º do Regime Jurídico da Edificação e da Urbanização<sup>22</sup>, estabelece que as edificações devem ser objecto de obras de conservação pelo menos uma vez em cada período de oito anos, devendo o proprietário, independentemente desse prazo, realizar todas as obras necessárias à manutenção da sua segurança, salubridade e arranjo estético. Apesar destas determinações legais a conservação e manutenção regular do parque edificado público e privado, não é feito em Portugal, pelo que se assiste à sua degradação generalizada.

O projecto de diploma de revisão do RGEU vem introduzir a necessidade de se estabelecer a vida útil de uma edificação - VUE, que corresponde ao período em que a respectiva estrutura não apresenta degradação dos materiais, em resultado das condições ambientes, que conduzam à redução da segurança estrutural inicial, nomeadamente nas secções críticas dos elementos estruturais principais. Estabelece também que durante a vida útil de uma edificação devem realizar-se actividades de inspecção, manutenção e reparação, nomeadamente em relação aos diversos componentes da edificação que tenham durabilidade inferior à vida útil. Indica que a vida útil de cada componente da edificação deve ser definida pelo respectivo fabricante com base em características de deterioração obtidas pela experiência da respectiva utilização e que, a VUE deve ser definida pelo dono de obra e, caso tal não seja feito, considera-se por defeito o valor de 50 anos. A adopção de uma VUE inferior a 50 anos só é aceite em casos especiais e deve ser solicitada, mediante justificação, à entidade licenciadora. Numa

---

<sup>22</sup> Inclui as alterações introduzidas pela Lei n.º 60/2007, de 4 de Setembro, que procede à sexta alteração ao Decreto -Lei n.º 555/99, de 16 de Dezembro, que estabelece o regime jurídico da urbanização e edificação. Estas alterações entraram em vigor em 3 de Março de 2008.

intervenção do nível IV (Quadro 3.27), a VUE após a intervenção deve ser definida pelo dono de obra, considerando-se na análise da durabilidade dos elementos reutilizados a degradação à data da reabilitação.

Este projecto de diploma estabelece que a durabilidade do edificado deve ser tida em conta logo na fase de concepção quer para as novas edificações quer para as intervenções de nível IV, para a vida útil definida, implicando a abordagem no projecto de execução, os seguintes aspectos:

- concepção da estrutura para a vida útil da edificação;
- concepção para reduzir os efeitos de degradação pelos agentes agressivos, nomeadamente os atmosféricos;
- adopção de concepções flexíveis que permitam a substituição fácil dos componentes com durabilidade inferior à VUE;
- adopção de dispositivos de acesso que permitam realizar inspecções periódicas dos componentes mais degradáveis, bem como proceder a operações de manutenção e de limpeza necessárias à garantia da respectiva durabilidade.

Aparece também neste projecto de diploma a obrigatoriedade de se elaborar o respectivo Manual de Inspeção e Manutenção da Edificação (MIME), no âmbito do projecto de execução das novas edificações, que defina as actividades a desenvolver em inspecções correntes e especiais, a respectiva periodicidade, os eventuais trabalhos de manutenção que lhe estejam associados, e deve ainda sugerir eventuais peritagens técnicas e trabalhos de reparação suscitados por anomalias detectadas. Nas intervenções do nível IV deve também ser elaborado o respectivo MIME, que tenha em conta a especificidade da construção intervencionada, a ser integrado no respectivo projecto de execução. Competirá à entidade licenciadora a verificação da existência do MIME como peça do projecto de execução.

Relativamente à manutenção do edificado este projecto de diploma estabelece que durante a sua vida útil (VUE), o proprietário ou proprietários devem assegurar a realização de inspecções periódicas correntes e especiais de acordo com o MIME. As inspecções periódicas correntes devem ser realizadas de 15 em 15 meses, contados a partir da data da atribuição da licença de utilização. Podem ser realizadas por pessoas sem formação específica e destinam-se a detectar anomalias que devem ser registadas nas fichas de inspecção e a originar as acções indicadas no MIME. As inspecções especiais e a manutenção de alguns componentes, dada a sua especificidade, devem ser entregues a entidades habilitadas para o efeito.

As edificações sem MIME devem ser objecto de inspecções periciais pelo menos uma vez em cada período de oito anos, com o fim de as manter em boas condições de utilização, sob todos os aspectos de que trata este regulamento, e o proprietário deve proceder à correcção das deficiências recomendadas no relatório da inspecção. Estas inspecções periciais são efectuadas por iniciativa do proprietário, devendo ser realizadas pela Câmara Municipal ou por entidades habilitadas para o efeito. Os resultados das inspecções e a síntese dos trabalhos das intervenções devem ser arquivados pelo proprietário das edificações.

Para edifícios de habitação, os vários documentos estudados, relacionados com o estabelecimento do período de vida útil indica 50 anos como o valor mínimo a considerar. Relativamente a edifícios de habitação social, as Recomendações Técnicas para Habitação Social - RTHS<sup>23</sup> (1985), refere na clausula 5.4.1 - Manutenção da segurança e das características funcionais - que *”os edifícios devem ser concebidos de modo a que, quer a sua segurança quer as características funcionais dos materiais, elementos e equipamentos da construção neles aplicados, não sejam afectados durante um período em princípio não inferior a 50 anos, admitindo que ao longo deste período, esses materiais, elementos e equipamentos serão submetidos a cuidados normais de conservação.”* Refere ainda que esse período de vida útil *“poderá ser reduzido:*

- *no caso de materiais, elementos, equipamentos e instalações cuja substituição seja considerada como fazendo parte dos cuidados normais de conservação;*
- *no caso de materiais submetidos normalmente a operações de desgaste;*
- *no caso de certos componentes, tais como estores e revestimentos, tais como alcatifas”.*

O *Principal Guide for Service Life Planning of Buildings*, elaborado pelo AIJ - *Architectural Institute of Japan*, estabelece a classificação do período de vida útil planeada de edifícios conforme as classes que constam no Quadro 3.29 (AIJ, 1993).

---

<sup>23</sup> Recomendações Técnicas para Habitação Social, Despacho nº 41/MES/85, de 14 de Fevereiro.

Quadro 3.29 - Exemplo de classificação de período de vida útil planeada (*planned service life*) do edifício (Adaptado de AIJ, 1993. Quadro 2.2.1)

Classe Yo t	Valor representativo (anos)	Intervalo (anos)	Valor mínimo (anos)
Yo 150	150	120 - 200	120
Yo 100	100	80 - 120	80
Yo 60	60	50 - 80	50
Yo 40	40	30 - 50	30
Yo 25	25	20 - 30	20
Yo 15	15	12 - 20	12
Yo 10	10	8 - 12	8
Yo 6	6	5 - 8	5
Yo 3	3	2 - 5	2

Relativamente ao tempo de serviço planeado para os edifícios de habitação atribui no mínimo a (adaptado do quadro 2.2.2 de AIJ, 1993):

- classe Yo 100 para edifícios de betão armado ou de aço de alta qualidade;
- classe Yo 60 para edifícios de betão armado ou de aço de qualidade normal e de blocos de betão ou de tijolo;
- classe Yo 40 para edifícios construídos em aço leve e em madeira.

Quanto ao tempo de serviço previsto na fase de projecto para partes dos edifícios, elementos ou componentes, de acordo com o preconizado pelo AIJ, Quadro 3.30, os revestimentos de coberturas devem ter um período de vida útil superior a 30 anos (Yo 40), os sistemas de drenagem de águas pluviais um período de vida útil superior a 12 anos e os revestimentos de paredes exteriores um período de vida útil superior a 8 anos, devendo os revestimentos cerâmicos apresentar um período de vida útil superior a 20 anos.

Quadro 3.30- Classes recomendadas para o tempo de serviço planeado de partes do edifício, elementos ou componentes (Adaptado de AIJ, 1993. Quadro 2.2.3)

Objecto		Classe de vida útil planeada
Elementos resistentes (incluindo fundações)		Igual ou superior a $Y_o t$
Paredes exteriores não resistentes		Igual ou superior a $Y_o t$ se a sua substituição é difícil Outros casos superior a $Y_o 40$ ou superior ou igual a $Y_o t$
Paredes divisórias		Igual ou superior a $Y_o t$ se a sua substituição é difícil Outros caso superior a $Y_o 15$
Telhado	Revestimento	Superior a $Y_o 40$ ou superior ou igual a $Y_o t$
	Elementos de drenagem	Superior ou igual a $Y_o 15$
Acabamentos exteriores	Argamassas de revestimento	Superior ou igual a $Y_o 10$
	Revestimentos cerâmicos	Superior ou igual a $Y_o 25$
Instalações	Exteriores	$Y_o 40$ ou superior ou igual a $Y_o t$
	Interiores	Superior a $Y_o 40$ ou superior ou igual a $Y_o t$
Instalação eléctrica		Superior a $Y_o 40$ ou superior ou igual a $Y_o t$ , se a substituição for difícil Outros casos superior a $Y_o 40$
Tubagens		Superior a $Y_o 40$ ou superior ou igual a $Y_o t$ , se a substituição for difícil Outros casos superior a $Y_o 40$

Nota:  $Y_o t$  - vida útil planeada do edifício.

Relativamente à durabilidade dos produtos de construção o EOTA<sup>24</sup> estabelece a classificação que se apresenta no Quadro 3.31 (EOTA, 1999 cit. por MARC, 2003).

<sup>24</sup> European Organization for Technical Approvals.



Quadro 3.31 - Durabilidade das construções em função da durabilidade dos produtos  
(Hodve, 2004. Table A3.2; MARC, 2003. Quadro 2.3.5)

Durabilidade das construções (anos)		Durabilidade dos produtos de construção (anos)		
Categoria	Anos	Categoria		
		Facilmente reparável ou substituível	Reparável ou substituível	Para toda a vida da construção **
Curto	10	10 *	10	10
Médio	25	10 *	25	25
Normal	50	10 *	25	50
Longo	100	10 *	25	100

\* Em casos excepcionais e justificados, por ex. para certos produtos de reparação pode-se considerar uma vida de trabalho (durabilidade) de 3 a 6 anos.

\*\* Produtos não reparáveis ou não substituíveis.

Lucas refere que a durabilidade correntemente exigida a alguns tipos de revestimentos de paredes é a seguinte (Lucas, 1990):

- revestimentos com base em ligantes hidráulicos e revestimentos por elementos descontínuos  $\geq 50$  anos;
- sistemas de isolamento térmico exterior de fachadas por revestimento delgado sobre isolante  $\geq 30$  anos;
- revestimentos delgados de massas plásticas para paramentos exteriores de paredes  $\geq 15$  anos;
- revestimentos de ligantes sintéticos para paramentos interiores de paredes  $\geq 10$  anos;
- pinturas  $\geq 5$  anos.

Refere ainda que para que os desempenhos se mantenham ao longo do período de durabilidade previsto, é necessário que os revestimentos tenham propriedades que lhes permitam resistirem satisfatoriamente aos agentes de degradação que actuam sobre eles, em condições de utilização normal, que sejam objecto de acções de conservação periódica e que resistam a essas acções. Assim a durabilidade está intrinsecamente ligada às operações de limpeza, renovação e reparação localizada, adequadas a cada tipo de revestimento bem como à periodicidade e ao faseamento dessas operações. Os agentes de degradação que mais contribuem para a diminuição do desempenho dos revestimentos são os choques, a água, os agentes atmosféricos, os agentes químicos do ar e os agentes biológicos. A caracterização da durabilidade pode ser efectuada pelo desempenho de resistência a esses agentes (Lucas, 1990).

O conceito de durabilidade - capacidade de um edifício ou das suas partes de desempenhar as funções que lhe são requeridas durante um período de tempo, em condições normais de uso e de conservação - está intimamente relacionado com o de vida útil, dado que quanto maior for a durabilidade maior será a vida útil (ISO 15686-1:2000). Assim durabilidade define o período durante o qual o desempenho se mantém a um nível compatível com a satisfação dos requisitos essenciais em condições normais de uso e de conservação. As acções de conservação/manutenção consistem entre outras, em acções de limpeza/lavagem, reparação, substituição de determinadas partes da construção, constituindo uma série de medidas de carácter predominantemente preventivo, cujo objectivo é permitir que a construção à qual são aplicadas desempenhe as suas funções de forma satisfatória durante o seu período de vida útil (MARC, 2003). Para que os vários elementos da envolvente exterior construída cumpram os respectivos requisitos de desempenho, é necessário que sejam sujeitos a inspecções e a operações preventivas de manutenção e conservação, cuja periodicidade vem indicada no Quadro 3.32.

Quadro 3.32- Periodicidade das acções de manutenção/conservação  
(Adaptado de MARC, 2003; MATC, 1998; GVB, 1992; EPP/FPP, 1999)

Elementos da cobertura e das fachadas	Componentes	$\Delta t$ (anos)	Acções
<b>Cobertura</b>			
Inspecção/manutenção do sistema de evacuação de águas pluviais	Caleiras, ralos, algerozes, tubos de queda	0,5	Limpeza
Desobstrução dos pontos de ventilação	Telhas e orifícios de ventilação	0,5	Limpeza
Inspecção geral dos elementos da cobertura	Elementos do revestimento	1	Controlo e substituição dos elementos partidos ou em falta Controlo e verificação das zonas sobre juntas, das zonas de sobreposição Controlo da protecção anti-corrosão em elementos metálicos
	Elementos de iluminação zenital: lanternins, clarabóias	1	Limpeza, controlo de fissuras, controlo das juntas
	Dispositivos permanentes para a prevenção de acidentes: pontos de fixação, guarda-corpos, bailéus	1	Controlo das fixações, e das protecções anti-corrosão
	Acessos e zonas de circulação	1	Controlo das fixações, e das protecções anti-corrosão

Elementos da cobertura e das fachadas	Componentes	$\Delta t$ (anos)	Acções
Inspeção geral dos elementos da cobertura	Estrutura de suporte	1	Verificação da inclinação das vertentes e de qualquer indicador de perda de estabilidade
	Revestimento da cobertura	1	Limpeza através da eliminação de verdete, vegetação e detritos em geral susceptíveis da degradação do telhado
	Remates das coberturas	1	Inspeção e manutenção dos remates das coberturas
	Antenas e equipamentos fixos na cobertura	1	Verificação das fixações através do controlo das fixações e das protecções anti-corrosão
<b>Fachadas</b>	Em betão, em pedra, em tijolo à vista, com revestimentos cerâmicos, pintadas	1	Controlo do aspecto visual, controlo de fissuras e de manchas nomeadamente de humidade
	Caleiras e tubos de queda da rede de drenagem de águas pluviais	4	Controlo do aspecto visual, pintura, reparação de danos existentes
	Juntas de dilatação	4	Controlo visual do estado da junta de dilatação
		5	Pintura dos paramentos pintados
		10	Reabilitação/Renovação geral

$\Delta t$  - periodicidade das acções de manutenção.

Com o objectivo de se conhecer a frequência da implementação de acções de conservação e manutenção do parque de habitação social existente no Distrito de Aveiro<sup>25</sup>, inquiriu-se os serviços do ex. IGHAPÉ, bem como as autarquias detentoras de edifícios de habitação social. Obtiveram-se as informações que constam no Quadro 3.33, através do ex-IGAPHE. Relativamente a este organismo, enquanto promotor e proprietário, no sentido de cumprir com a seu dever de conservação e de manutenção relativamente ao seu parque imobiliário, realizava aquilo que designava por grandes conservações que englobavam intervenções na totalidade do bairro ou do edifício, ao nível da envolvente exterior e partes comuns dos edifícios, constituídas essencialmente por pintura das fachadas, arranjo das coberturas e pintura dos espaços comuns.

<sup>25</sup> Com excepção do concelho de Espinho.

Quadro 3.33 - Data das intervenções em empreendimentos de habitação colectiva promovidas pelo ex-IGAPHE no Distrito de Aveiro

N.º de empreendimentos	Data de construção	Data das intervenções	$\Delta t$	$\Delta t^*$
2	1976	1989	13	17
1	1976	Nunca	---	---
1	1978	1993	15	13
1	1978	1997	12	9
1	1980	1998	18	8
0,5	1981	1989	6	17
0,5	1981	Nunca	---	---
1	1981	1998	17	8
3	1982	Nunca	---	---
1	1982	1996	14	10
1	1983	1993	10	13
2	1983	1996	13	10
1	1983	1991	8	15
1	1983	1995	12	11
1	1984	2000	16	6

$\Delta t$  - Intervalo de tempo entre a data de construção e as acções de reabilitação

$\Delta t^*$  - Intervalo de tempo entre a data da acção de reabilitação e Dezembro de 2006, intervalo de tempo durante o qual não ocorreu nenhuma acção de conservação ou de reabilitação.

Relativamente aos dezoito empreendimentos de habitação colectiva promovidos pelo IGAPHE, no Distrito de Aveiro, que correspondem a 1789 fogos, cuja idade varia entre 30 e 22 anos, verifica-se que 25% nunca foram objecto de qualquer acção de conservação ou manutenção, tendo apenas 11% sido sujeitos a essa intervenção nos primeiros 8 anos após a sua construção. Quanto aos empreendimentos da amostra seleccionada para o trabalho de investigação de campo (Capítulo 7), verifica-se que os 1276 fogos construídos após 1981, não foram objecto de qualquer acção de manutenção e de conservação preventiva. Registam-se apenas intervenções pontuais na sequência de reclamações dos moradores e a reabilitação das fachadas e da cobertura em três edifícios (48 fogos), de um empreendimento com data de construção de 1993, nos anos de 2005 a 2006, e a substituição das caixilharias (janelas) em 2005 de um empreendimento com 24 fogos construído em 1990.

A quase inexistência de intervenções de manutenção e de conservação periódicas, conjugada com o conjunto de factores que contribuem para a degradação da envolvente exterior dos edifícios, leva a um aumento do respectivo grau de degradação em função do tempo. Com a estimativa dos custos de reparação, em função dos graus de degradação, pode-se justificar a necessidade e profundidade das intervenções a implementar nessa envolvente.

### 3.8 FACTORES QUE CONDICIONAM A REALIZAÇÃO DE INTERVENÇÕES NO PARQUE HABITACIONAL EXISTENTE

A decisão sobre a realização de intervenções de conservação e reabilitação no parque habitacional de arrendamento privado é condicionada por factores de ordem económica e legal:

- regime de actualização de rendas (NRAU) - que impõe que só se possa efectuar um aumento das rendas se o nível de conservação do fogo não for inferior a 3, o que implica o aumento do rendimento mensal dos proprietários e por outro lado o aumento do seu valor patrimonial;
- incentivos à reabilitação;
- imposições legais: Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação<sup>26</sup>.

Quanto ao parque de arrendamento público, as entidades gestoras, nomeadamente as câmaras municipais, ao efectuarem a reabilitação do parque de arrendamento público são condicionadas por factores de ordem económico-social, não de rentabilidade imediata, dado que as rendas são apoiadas, mas de rentabilidade a médio e a longo prazo, através da rentabilização e preservação dos recursos habitacionais existentes e dos investimentos feitos ou seja, através do aumento da vida útil desses empreendimentos. Os condicionalismos de ordem social são efectivamente os mais importantes pelo facto de se ir proporcionar melhores condições de habitabilidade e consequentemente de vida, aos inquilinos. Assim, considerando-se que também as rendas dos edifícios de arrendamento público só podem ser actualizadas, se o nível de conservação do fogo não for inferior a 3 (NRAU), interessa que os edifícios reúnam as condições que lhes permita essa actualização. Da conjugação destes condicionalismos económicos com as exigências de melhoria que lhes estão associadas, poder-se-ão obter melhores resultados sociais e de desenvolvimento sustentável. Conforme se verificou ao longo do trabalho desenvolvido, qualquer intervenção a realizar, não deverá ser decidida sem que se baseie em estudos prévios que garantam a sua eficácia a médio e longo prazo.

A inventariação do estado físico actual do parque edificado e a definição dos níveis de conservação e reabilitação, relativos ao período de vida útil de edifícios padrão ou de referência, previamente escolhidos, bem como a estimativa dos custos de conservação, reabilitação e de substituição de elementos dos edifícios padrão, são instrumentos fundamentais para se poder conhecer a nível nacional as despesas existentes ou futuras, com a conservação e reabilitação do parque edificado. Para a definição desse modelo de reabilitação é essencial que

---

<sup>26</sup> Artigo 89º do Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação, publicado pelo Decreto-lei n.º 555/95, de 16 de Dezembro, com as alterações introduzidas pela Lei n.º 60/2007, de 4 de Setembro.

(Bezelga e Neto, 1985):

- os edifícios de referência sejam representativos de todo o parque habitacional;
- se conheçam as vidas úteis médias dos edifícios padrão;
- se conheçam os ciclos de manutenção dos diferentes componentes do edifício.

Existe pois todo um trabalho a desenvolver junto dos detentores dos parques habitacionais, no sentido de se alargar este estudo a outros municípios, para que os gestores tenham indicadores de avaliação dos respectivos edifícios, convertíveis nos coeficientes de conservação do NRAU e indicadores de custos de conservação/reabilitação, sem ou com aumento de qualidade das soluções adoptadas.

### 3.9 AVALIAÇÃO DO CUSTO DO CICLO DE VIDA DOS EDIFÍCIOS

A degradação dos edifícios e o consequente aparecimento de anomalias, leva à necessidade de intervenções de manutenção, reparação e reabilitação, tendo gerado há já alguns anos a preocupação em se otimizar o ciclo de vida das edificações. O custo total do ciclo de vida de uma edificação engloba os custos relativos ao investimento inicial, incluindo os custos de projecto, construção e equipamento, os custos da sua exploração/utilização, os custos de manutenção através de toda a sua vida até à sua demolição/eliminação, ou seja, a totalidade dos custos de propriedade. Estes custos incluem custos de reabilitação, de alteração, de sustentabilidade, de segurança e saúde (ISO 15686 - 1: 2000; Whole Life Costing, 2004).

Segundo a ISO 15686 - 1, custo do ciclo de vida (LCC) é definido como sendo o total de custos de um edifício ou das suas partes através da sua vida, incluindo os custos de planeamento, projecto, aquisição, operação, manutenção e depósito final dos resíduos provenientes da sua demolição, diminuído de qualquer valor residual.

O custo total do ciclo de vida é definido pela ISO/FDIS 15686 - 5 como: *“avaliação económica considerando todos os custos projectados e aprovados, relevantes e significativos durante um determinado intervalo de tempo de análise, expressos em valor monetário. Os custos projectados são os necessários para atingir os níveis definidos de desempenho, incluindo eficiência, segurança e disponibilidade e, o intervalo de tempo utilizado é o tempo de vida útil projectado, incluindo a sua determinação considerações sobre obsolescência funcional, dos principais componentes ou sistemas”*.

A avaliação do custo total do ciclo de vida de uma edificação interessa particularmente

a todos aqueles que são detentores de um grande parque edificado, no sector público (administração local e central), bem como no sector privado, de forma a permitir a adopção de soluções de projecto que minimizem os custos iniciais de investimento, aumentem a sua durabilidade e diminuam os custos de exploração e utilização. A avaliação do período de vida útil de um edifício e a avaliação do custo total do seu ciclo de vida são instrumentos complementares de decisão, providenciando ambos, uma melhor gestão de riscos na construção (Whole Life Costing, 2004):

- ambos são instrumentos para apoiar a tomada de decisões;
- definem os níveis mínimos de desempenho em serviço;
- optimizam soluções construtivas para melhorar o desempenho;
- avaliam as propostas;
- avaliam os impactos das alterações nos custos da construção;
- providenciam estratégias para apoiar o desempenho operacional.

A deterioração precoce dos edifícios analisados (Capítulo 6), e o deficiente desempenho térmico e acústico registado, contribuem para a perda de qualidade do conjunto de edifícios estudados. O seu nível de degradação/desempenho é consequência do recurso a soluções de concepção e de construção de baixa durabilidade, do deficiente controlo durante o processo construtivo, agravado pela ausência de acções de manutenção, reparação e reabilitação adequadas (Rodrigues e Teixeira 2007-a). A restrição orçamental das entidades públicas detentoras destes parques habitacionais e a inexistência de estudos para a avaliação do custo do seu ciclo de vida, contribuem fortemente para este cenário de degradação (Rodrigues e Teixeira 2007-b). Estudos de LCC podem ser aplicados a novos projectos de construção ou a construções existentes, sendo relevantes para a comparação de cenários alternativos de investimento, incluindo cenários alternativos de reabilitação (Whole Life Costing, 2004).

Tanto no Reino Unido, como nos Estados Unidos e no Canada, departamentos governamentais ligados à propriedade edificada, começaram a exigir que os concursos públicos de construção fossem baseados na estimativa do custo total do ciclo de vida das edificações e não apenas no seu orçamento de construção, apontando claramente para que a tomada de decisão se baseie naquela estimativa. Muitos artigos e estudos têm sido publicados sobre esta matéria bem como a sua aplicação. A integração destes conceitos na série de normas ISO 15686 vem fazer com que estes estudos passem a ter maior importância no sector da construção (Sarja, 2005 - a). Esta importância é reforçada pelo facto da Directiva da União Europeia relativa aos processos de concurso de empreitadas de obras públicas, de fornecimento de serviços e de

produtos<sup>27</sup>, cuja data para implementação em todos os Estados Membro era 31 de Janeiro de 2006, estabelecer que devem ser aplicados apenas dois critérios de adjudicação:

- o do preço mais baixo;
- o da proposta economicamente mais vantajosa, prevendo os seguintes parâmetros de avaliação: qualidade, preço, qualificação técnica, características funcionais e estéticas, características ambientais, custos de utilização/operação, rentabilidade, assistência pós-venda e a assistência técnica, data de entrega ou data de conclusão.

Verifica-se assim que os aspectos relativos ao desempenho ao longo do tempo de vida do produto ou serviço, serão critérios de avaliação das propostas a concursos públicos de construção ou de fornecimento de produtos ou serviços, bem como a avaliação do custo total do ciclo de vida do produto ou serviço.

O desenvolvimento de normas nos EUA sobre a análise do Custo Total do Ciclo de Vida de edifícios e de sistemas aplicados em edifícios, bem como o desenvolvimento e adopção de contratos no Reino Unido, em que além de construir, a empresa construtora fica com o encargo da operação e manutenção da estrutura construída, do tipo *Public Private Partnership* - PPP, *Private Finance Initiative* - PFI e *Buid-Own-Operate-Transfer* - BOOT<sup>28</sup> levou ao aparecimento de diversos programas informáticos para a análise do custo do ciclo de vida (Costa e Silva, 2002; Ravemark, 2003).

Actualmente no Reino Unido o Governo estabeleceu que *“toda a contratação pública deve ser efectuada unicamente na base da valorização, nos termos do Whole Life Costs. Isto significa que existe um dever dos fornecedores de fornecerem serviços de acordo com requisitos claros de custos e qualidade, através dos meios mais efectivos, eficientes e económicos”*. Assim a contratação pública aplica-se não só aos trabalhos de construção, mas também a contratos a longo termo de manutenção e gestão especialmente estabelecidos através de contratos BOOT: contratos de concessão que envolvem o sector privado que incluem a construção, a exploração, a operação e no final da concessão a transferência do projecto para o Governo. Os construtores/concessionários têm que efectuar a manutenção e gestão das edificações durante pelo menos sete anos (Bourke et Waterman, 2005).

---

<sup>27</sup> Directiva 2004/18/EC publicada no Jornal Oficial da União Europeia L 134 de 30-04-2004, 114, transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de Janeiro - Código dos Contratos Públicos (CCP).

<sup>28</sup> Contratos BOOT- Contratos de Concessão - *Private finance contracts wich involve the private sector Building, Owning, Operating and (at the end of the concession) transferring the project back to government.*



Como o sector da construção é um grande consumidor de recursos naturais e de energia, a falta de durabilidade, o aparecimento precoce de anomalias, a necessidade de acções extraordinárias de reabilitação, implicam maiores perdas e consumo de recursos. A previsão do nível de desempenho do edifício é essencial para minimizar todas essas perdas podendo a análise do custo do ciclo de vida contribuir para essa minimização, com grandes vantagens para o sector público, através da análise de custos suportados pelos proprietários ao longo dos anos (Silva *et al.*, 2004-b). Em Portugal o sector público que tem efectuado investimento em habitação a custos controlados, ainda não adoptou esta ferramenta, à semelhança dos outros proprietários. A única preocupação reside no custo inicial da construção. Este procedimento terá que mudar pois é essencial que desde a fase inicial do respectivo projecto se optem por soluções de maior durabilidade, tendo em conta os factores e mecanismos de deterioração a que estarão sujeitos os edifícios, bem como as operações de manutenção e reparação a que devem ser submetidos, para manter esses níveis de desempenho anos (Silva *et al.*, 2004-a). Regista-se noutros países, como já foi referido, a preocupação crescente na determinação de métodos que permitam a avaliação do custo global do ciclo de vida do edifício e que funcionem como ferramentas de optimização da tomada de decisão relativamente a várias soluções de projecto e, durante a vida do edifício, quanto ao destino a dar ao mesmo (Kirkman *et al.*, 2004-a e 2004-b).

Verifica-se pela análise efectuada a relação entre matérias tais como indicadores de desempenho, durabilidade, mecanismos de degradação, grau de degradação, período de vida útil, vida residual, custo do ciclo de vida e tomada de decisão. O baixo nível de desempenho funcional e o aparecimento precoce de anomalias representa um grande esforço financeiro devido à necessidade de se efectuarem acções extraordinárias de reabilitação. Para eliminar este desperdício financeiro e evitar a baixa qualidade dos edifícios, o proprietário do sector público deve implementar inovações nas cláusulas dos concursos públicos que devem incluir (Rodrigues e Teixeira, 2007-b):

- especificações contratuais que assegurem a qualidade e durabilidade dos trabalhos efectuados;
- critérios de avaliação dos concorrentes baseados na análise do LCC, a apresentar nas suas propostas;
- inclusão da responsabilidade dos construtores em efectuarem a manutenção dos edifícios, com qualidade, durante um período de dez anos.

Assiste-se actualmente à tentativa crescente de alienação do património de habitação social, por parte dos municípios, o que vai fazer com que os problemas de degradação deste

parque habitacional, irão continuar a crescer, dado que aqueles que adquirem estes imóveis são na generalidade habitantes, com as dificuldades económicas inerentes. Por outro lado a construção de habitação a custos controlados, tem vindo crescentemente a ser feita por cooperativas de habitação. As recomendações aqui expostas aplicam-se a qualquer proprietário, público ou privado. É fundamental que as exigências de qualidade, durabilidade e de diminuição do custo total do ciclo de vida aumentem, para que se possa contribuir para um parque habitacional de construção sustentável, nos aspectos económicos, ambientais e sociais.

## ***CAPÍTULO 4***

Métodos de Avaliação  
do Estado de Conservação  
e de Apoio à Decisão: Escalas



## **4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO E DE APOIO À DECISÃO: ESCALAS**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

A caracterização do estado de conservação/degradação do parque habitacional existente é fundamental pelo facto dos seus resultados serem o suporte para a tomada de decisão sobre o tipo e profundidade das operações que sobre ele devem incidir. Quer a nível nacional quer a nível europeu têm sido desenvolvidos vários métodos que se passam a referenciar.

### **4.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO DE DEGRADAÇÃO/CONSERVAÇÃO DE EDIFÍCIOS**

As recomendações internacionais para os Censos 2000 incluíram a variável “Estado de conservação”, por se considerar que a recolha deste tipo de informação, relativa aos edifícios de habitação, ainda que com alguma subjectividade na resposta, é de extrema importância para completar a análise da qualidade do parque habitacional. Neste documento esta variável refere-se às necessidades de reparação do edifício e ao tipo de reparação necessária. Sugere que esta variável seja aplicada a edifícios de habitação bem como, a classificação constante do Quadro 4.1, quanto ao estado de conservação do edifício (Recommendations, 2000).

O INE atendendo a esta recomendação, apesar de não ter carácter obrigatório, introduziu no Censos 2001, a pergunta 17 no “Questionário de Edifício” para registo da “Necessidade de Reparações”, com o objectivo de conhecer as necessidades de reparação dos edifícios atendendo ao tipo de reparações eventualmente necessárias no momento censitário. Estas necessidades de reparação foram observadas relativamente às seguintes componentes do edifício: estrutura, cobertura, paredes e caixilharia exterior. Das observações realizadas sobre estas componentes registou-se se há ou não necessidade de reparação e, em caso afirmativo, classificaram-se em pequenas, médias, grandes ou muito grandes. Como esta classificação não coincide com as recomendações internacionais referidas, efectuou-se a respectiva equivalência através da construção de uma variável derivada: estado de conservação, calculada pela conjugação das várias respostas obtidas às três componentes referidas. O objectivo desta variável derivada, será conhecer o estado de conservação dos edifícios tendo em atenção o tipo

de reparações eventualmente necessárias no momento do Censos.

A classificação que se estabeleceu foi a seguinte:

- Sem necessidade de reparação
- Com necessidade de reparação:
  - Pequenas reparações
  - Reparções médias
  - Grandes reparações
- Muito degradado.

Assim a pergunta 17 do “Questionário de Edifício” do Censos 2001 aparece com o formato que se apresenta no Quadro 4.2.

Quadro 4.1 - Necessidades de reparação (Recommendations, 2000)

Necessidades de reparação	Descrição
Sem necessidade de reparação	
Com necessidade de reparação:	
Pequenas reparações	Refere-se à manutenção regular dos edifícios e das suas componentes, tais como uma janela avariada ou um sistema de fecho inoperacional, ou à remoção de grafites de paredes, ...
Reparações médias	Refere-se à correcção de defeitos moderados tais como caleiras em falta na cobertura (onde deveriam existir), grandes áreas de revestimento danificado e escadas sem corrimão.
Grandes reparações	Refere-se a grandes reparações necessárias quando existem defeitos graves tais como falta de material na cobertura (por ex.: telhas, chapas), fendas e buracos nas paredes exteriores e falta de escadas.
Irreparável	Refere-se a edifícios que apresentam defeitos tão graves que a solução é a sua demolição (refere-se usualmente a edifícios que apresentam apenas a estrutura, sem paredes exteriores, cobertura, janelas e portas)

Quadro 4.2 - Estrutura da pergunta 17 do “Questionário de Edifício” do Censos 2001  
(INE, 2001 - c)

17 NECESSIDADE DE REPARAÇÕES					
	Nenhumas	Pequenas	Médias	Grandes	Muito Grandes
17.1 Na estrutura	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
17.2 Na cobertura	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
17.3 Nas paredes e caixilharia exterior	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

Segundo as instruções contidas no Manual do Recenseador, para a classificação de um edifício num determinado nível da necessidade de reparações (pequenas, médias, grandes ou muito grandes), basta que se verifique, pelo menos, a existência de uma das características que constam do Quadro E.1 do Anexo E. No caso de um edifício em que existam características passíveis de o classificar em mais do que um nível de necessidade de reparações, devem ser utilizadas sempre as características referentes ao nível mais elevado (INE, 2001 - c).

#### 4.3 MÉTODO DE CÁLCULO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO EDIFÍCIO - INE

O cálculo da variável: estado de conservação, foi feito através da ponderação das respostas obtidas na variável “necessidade de reparação”, tendo-se utilizado os dois Quadros de ponderadores que se seguem, para a atribuição de valores de cálculo às respostas recolhidas nos questionários. O Quadro 4.3 contém os ponderadores para edifícios com 1 ou 2 pavimentos e o Quadro 4.4 para os edifícios com 3 ou mais pavimentos.

Quadro 4.3 - Para edifícios com 1 ou 2 pavimentos - ponderadores (INE, 2003)

Elementos do edifício	Necessidade de reparações				
	Nenhumas	Pequenas	Médias	Grandes	Muito Grandes
Na estrutura	0	1,4	10,1	21,5	29
Na cobertura	0	0,5	3,1	6,7	9
Nas paredes e caixilharia exteriores	0	0,6	3,8	8,1	11

Quadro 4.4 - Para edifícios com 3 ou mais pavimentos - ponderadores (INE, 2003)

Elementos do edifício	Necessidade de reparações				
	Nenhumas	Pequenas	Médias	Grandes	Muito Grandes
Na estrutura	0	1,6	11,3	21,0	33
Na cobertura	0	0,2	1,1	2,3	3
Nas paredes e caixilharia exteriores	0	0,7	4,6	10,0	13

Estes ponderadores foram aplicados no tratamento das respostas, tendo-se calculado posteriormente as modalidades de reparação referidas no Quadro 4.5.

Quadro 4.5 - Modalidades de reparação (INE, 2003)

Código	Designação	Método de cálculo
9	Indica que o edifício não é clássico	
1	Sem necessidades de reparação	Soma < 2,5
2	A necessitar de reparações	Pequenas
3		Médias
4		Grandes
5	Muito degradado	Somatório = 49,0

Da aplicação destes ponderadores às respostas dadas à pergunta 17 do “Questionário de Edifício” do Censos 2001, referida no ponto anterior, obtiveram-se os dados publicados no Censos 2001 e referidos anteriormente no Quadro 2.1, no Quadro 2.2 e no Quadro 3.10.

#### 4.4 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE EDIFÍCIOS - MAEC

A actualização das rendas antigas, prevista no Novo Regime do Arrendamento Urbano (NRAU)<sup>29</sup>, depende da determinação do “valor do locado” que se calcula através do produto do “valor patrimonial tributário”, estipulado no artigo 38º e seguintes do Código do Imposto Municipal sobre Imóveis - CIMI<sup>30</sup>, pelo valor do “coeficiente de conservação”, definido no artigo 33º do NRAU. A possibilidade de se proceder à actualização da renda depende cumulativamente da existência da avaliação do locado nos termos do CIMI e do nível de conservação do prédio não ser inferior a 3. Os coeficientes de conservação ( $C_c$ ) a serem atribuídos na avaliação de edifícios

<sup>29</sup> Lei n.º 6/2006, de 27 de Fevereiro.

<sup>30</sup> Decreto-Lei n.º 287/2003, de 12 de Novembro.



com mais de 10 anos de construção, de acordo com o referido anteriormente, constam do Quadro 4.6, que se segue.

Quadro 4.6- Coeficientes de conservação dos edifícios (NRAU. Artigo 33º)

Nível	Estado de conservação	Coeficiente
5	Excelente	1,2
4	Bom	1,0
3	Médio	0,9
2	Mau	0,7
1	Péssimo	0,5

Conforme refere o NRAU estes coeficientes reflectem o estado de conservação do locado e a existência de infra-estruturas básicas, carecendo a sua efectiva implementação de regulamentação específica. Com o objectivo de se proceder a esta regulamentação foi elaborado pelo departamento de edifícios do Laboratório Nacional de Engenharia Civil<sup>31</sup>, uma proposta de um método de avaliação do estado de conservação de edifícios, para ser aplicado à generalidade dos edifícios em que se pretende actualizar o valor das rendas, independentemente da data de construção, dos processos construtivos, da localização, do custo, das dimensões, etc., sendo o principal resultado a obter, um nível de conservação de acordo com o

#### Quadro 4.7.

Para a construção deste modelo adoptaram algumas opções da questão dezassete do Censos 2001, já referida, já que a mesma tinha sido concebida com o apoio de técnicos do LNEC. Para a elaboração deste trabalho houve a definição dos elementos funcionais a avaliar, dos critérios de avaliação, do método de síntese de resultados e dos critérios de ponderação, que englobam (Relatório /0806 - DED; MAEC, 2006):

□ *“Elementos funcionais a avaliar e critérios de avaliação:*

- *selecção dos elementos funcionais que descrevem o estado de conservação de edifícios (ex., 1.Estrutura, 2. Cobertura, 3. Elementos salientes) e identificação dos elementos da construção a apreciar em cada elemento funcional (ex., o elemento funcional “1. Estrutura” inclui: fundações, pilares, vigas, lajes; partes estruturais de varandas, balcões e marquises; paredes estruturais);*

- *definição de uma escala de anomalias constituída por cinco níveis (nenhumas, ligeiras, médias, graves, muito graves);*

<sup>31</sup> Por solicitação do Gabinete do Secretário de Estado Adjunto e da Administração Local.

- *estabelecimento de critérios gerais de avaliação das anomalias, conjugando três critérios:*

- *consequência da anomalia na satisfação das exigências funcionais (ex., aspecto, uso, saúde, segurança);*

- *tipo e extensão dos trabalhos necessários para a correcção da anomalia (ex., substituição ou reparação pontual, ampla ou total);*

- *relevância dos locais afectados pela anomalia;*

- *determinação de critérios de avaliação das anomalias para cada elemento funcional (i.e., metodologia que permita relacionar as características do edifício com um nível de anomalia) e enumeração de sintomas da anomalia (i.e., exemplos de sinais que indiciam anomalias);*

□ *Método de síntese de resultados e critérios de ponderação:*

- *estudo de um método de síntese de resultados;*

- *definição de critérios de ponderação de referência (i.e., critérios que definem a importância relativa de cada elemento funcional no cálculo do índice de anomalia) obtidos pela análise dos critérios de ponderação sugeridos por um conjunto de especialistas do LNEC;*

- *realização de exercícios de calibração do método de avaliação.”*

Deste trabalho resultou uma ficha de avaliação destinada a avaliar o estado de conservação de uma unidade funcionalmente distinta<sup>32</sup>, que se encontra no Anexo F.

Quanto aos critérios gerais de avaliação das anomalias dos elementos funcionais refere que se deve efectuar, conjugando quatro critérios:

*“1. consequência da anomalia na satisfação das exigências funcionais;*

---

<sup>32</sup> Unidade funcionalmente distinta - um ou mais espaços delimitados por paredes separadoras que contém todos os equipamentos e instalações necessários ao exercício de uma determinada função:

- unidade com uso habitacional que ocupa a totalidade de um prédio (ex., uma moradia);
- unidade com uso habitacional que ocupa uma parte de um prédio, beneficiando usualmente do uso de partes comuns (ex., um apartamento num edifício multifamiliar);
- unidade com uso não habitacional que ocupa a totalidade de um prédio (ex., um armazém);
- unidade com uso não habitacional que ocupa uma parte de um prédio, beneficiando ou não do uso de partes comuns (ex., um escritório ou uma loja comercial).

2. *tipo e extensão do trabalho necessário para a correcção da anomalia;*

3. *localização da anomalia;*

4. *existência de alternativa”.*

Os dois primeiros critérios referem-se à gravidade das anomalias, cujos critérios gerais de avaliação se encontram no Quadro F.1, do Anexo F.

O terceiro e quarto critérios referem-se à relevância dos locais afectados pela anomalia, devendo ser aplicados do seguinte modo (MAEC, 2006):

*“a) se as anomalias mais graves afectarem a parte principal da unidade deve prevalecer esse nível de anomalia;*

*b) se as anomalias mais graves afectarem a parte secundária da unidade deve ser calculada uma média entre o nível de anomalias da parte principal e da parte secundária, atribuindo uma importância menor às partes secundárias.*

*. c) se as anomalias estiverem situadas nas partes comuns devem ser avaliadas na medida em que afectem o locado.*

*Existência de alternativa para o espaço ou equipamento afectado:*

*d) se a anomalia afectar um equipamento ou instalação para o qual exista uma alternativa com condições equivalentes de utilização deve ser calculada a média do nível de anomalias desses equipamentos ou instalações.*

*Para efeito de aplicação deste critério considera-se como parte principal o conjunto de espaços onde se desenvolvem as funções dominantes da unidade (ex., fogo) e como parte secundária o conjunto de espaços onde se desenvolvem as funções acessórias da unidade (ex., dependência de arrecadação).”*

Quanto ao método de síntese de resultados, permite converter o índice de anomalias (IA) no estado de conservação da unidade em observação, cuja determinação se deve basear nas seguintes regras (MAEC, 2006):

*“1ª Regra - O estado de conservação do locado deve ser determinado classificando o*

---

*Índice de anomalias do locado segundo a escala do Quadro 4.7.*

Quadro 4.7 - Escalas - MAEC

Nível de anomalia	Muito ligeiras	Ligeiras	Médias	Graves	Muito graves
Índice de anomalias	$5,0 \geq IA \geq 4,5$	$4,50 > IA > 3,5$	$3,5 \geq IA > 2,5$	$2,5 \geq IA > 1,5$	$1,5 \geq IA \geq 1,0$
Estado de conservação	Excelente	Bom	Médio	Mau	Péssimo
Nível de conservação	5	4	3	2	1

*2.ª Regra - Não devem existir elementos funcionais de ponderação três, quatro, cinco ou seis cujo estado de conservação, determinado aplicando o respectivo nível de anomalia à escala utilizada na 1ª regra, seja inferior em mais de uma unidade ao estado de conservação do locado. Caso esta condição não seja satisfeita, o estado de conservação da unidade deve ser reduzido para o nível imediatamente superior ao estado de conservação do elemento funcional de ponderação três, quatro, cinco ou seis em pior estado.*

*3.ª Regra - Não devem existir elementos funcionais de ponderação um ou dois cujo estado de conservação, seja inferior em mais de duas unidades ao estado de conservação do locado. Caso esta condição não seja satisfeita, o estado de conservação do locado deve ser reduzido para o nível superior em duas unidades ao estado de conservação do elemento funcional de ponderação um ou dois em pior estado”.*

#### 4.5 MÉTODO DO GUIDE SOCOTEC

Este guia da manutenção e da reabilitação, apresenta um método de graduação do estado de conservação do edifício que consiste em, após ser efectuado o diagnóstico ao edifício determinar-se o grau de degradação dos vários componentes e respectivos órgãos, tendo em atenção a análise das deficiências que apresentam no que respeita (Socotec, 2002):

- à alteração dos materiais ou componentes;
- à degradação devido à falta de manutenção;

- às anomalias reveladoras de patologias;
- à obsolescência das funções a que se destinava a sua utilização;
- à insalubridade dos locais ou insegurança das instalações;
- às degradações ligadas a uma utilização anormal dos edifícios ou dos equipamentos;
- aos defeitos accidentais.

Relativamente a cada uma destas deficiências, efectua-se a sua graduação de 0 (deficiência máxima) a 20 (estado novo) para se poder determinar o grau de degradação actual comparativamente ao estado novo e decidir-se pelo tipo de acção a implementar relativamente a cada uma, não existindo uma avaliação global (Quadro 4.8).

Quadro 4.8 - Grelha de avaliação do grau de degradação do edifício (Socotec, 2002)

Grau de Deficiência	Totalmente deficiente ou perigoso	Grandes defeitos ou obsoleto	Pequenos defeitos, envelhecido ou usado	Sem defeitos, novo ou em perfeito estado
Tipo de Deficiência	0-4	5-9	10-14	15-20
Alteração dos materiais e componentes	Alteração profunda ou desaparecimento quase total	Alteração importante, reparável mas sem necessidade de substituição sistemática	Alterações pontuais reparáveis sem substituição	Intactos ou ligeiras alterações localizadas
Anomalias afectando os edifícios ou os equipamentos	Grande precariedade da estabilidade do conjunto	Deficiência de estabilidade de elementos secundários	Incidência sobre o conforto ou a utilização normal dos locais	Anomalias raras pouco significativas
Obsolescência funcional	Inadequação total às necessidades	Várias funções abaixo dos limites aceitáveis pelas normas	Uma função básica no limite aceitável das normas	Conforme as normas actualmente admitidas
Insalubridade dos locais ou insegurança das instalações	Perigo grave e imediato para a segurança e saúde das pessoas	Risco elevado em caso de vulnerabilidade das pessoas ou de incidente	Existência de risco em caso de intervenção ou de manipulação intempestiva	Conforme as exigências regulamentares em vigor
Deterioração das características	Diminuição notável da resistência	Redução do nível de desempenho ou de serviço	Diminuição do nível de conforto dos locais	Ausência de deterioração perceptível
Acções a implementarem	Demolição ou reabilitação profunda	Reabilitação, restauração ou reconversão	Renovação, reparação ou melhoramento	Manutenção ou melhoramento

## 4.6 MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO

### 4.6.1. Objectivos

Os objectivos dos métodos de apoio à decisão e da respectiva optimização são a classificação/graduação das estratégias de manutenção, reparação e reabilitação, de forma hierarquizada, medida através de requisitos genéricos: humanos, económicos, ecológicos e culturais, para os quais se têm que definir critérios de avaliação. Três diferentes métodos para a análise de requisitos, optimização e apoio à decisão são apresentados por Sarja *et al.* (2005-a):

- *Multi-Attribute Decision Aid (MADA)*
- *Quality Function Deployment (QFD) method*
- *Risk Analysis*

### 4.6.2. *Multi-Attribute Decision Aid (MADA)*

Nesta metodologia a classificação/graduação das diferentes alternativas é feita de acordo com uma determinada ordem de preferências tais como por exemplo requisitos humanos, económicos, ecológicos e culturais.

O decisor pode tomar decisões a diferentes níveis relativamente à gestão do parque habitacional existente (Sarja *et al.*, 2005-a):

- a nível global/a nível estratégico: os objectos (edifícios) existentes, entre os quais se identificaram as prioridades em termos de intervenção;
- a nível do objecto (edifício)/a nível do sistema: cuja(s) parte(s) foi (foram) identificada(s) como prioritária(s) para serem objecto de intervenção (durante a acção de avaliação das condições de conservação/degradação);
- a nível do módulo, componente, material;
- a nível detalhado - quais são as melhores soluções para manter ou aumentar o nível de qualidade dos requisitos de desempenho?

Após a identificação da necessidade de intervenção sobre um edifício (atendendo aos resultados da avaliação), pode-se optar por diferentes acções/estratégias tais como (Sarja *et*

*al.*, 2005-a):

- nenhuma acção;
- soluções de manutenção;
- soluções de reparação;
- soluções de restauro;
- soluções de reabilitação;
- soluções de modernização;
- demolição e nova construção.

A nível europeu foi criado um *cluster* designado *life time design and management of civil infrastructures and buildings*, LIFETIME, que desenvolveu os seguintes projectos (*Sarja et al.*, 2005-a):

- *Lifecon LMS: life cycle management of concrete infrastructures for improved sustainability*, que integra entre outros, modelos de degradação, análises de riscos, análises do ciclo de vida e métodos de optimização da decisão quanto às acções de manutenção, reparação e reabilitação a tomar, avaliação dos custos e planeamento destas acções;
- *Investimmo: a decision making tool for long-term efficient investment strategies in housing maintenance and refurbishment* - ferramenta de apoio à decisão dos proprietários quanto às estratégias de investimento em reabilitação de edifícios que minimizem os custos a longo prazo, e na definição de operações de manutenção baseadas no processo de deterioração dos elementos construtivos de um edifício, no impacte ambiental dessas medidas de manutenção e nos respectivos factores económicos; utiliza um outro programa desenvolvido anteriormente *EPIQR - Energy, Performance, Indoor, Environmental, Quality and Retrofit - software* de diagnóstico para determinar o estado de degradação de edifícios de habitação, baseado num diagnóstico técnico normalizado, baseado numa inspecção visual e sistemática do edifício, após a qual prepara propostas de trabalho relativas à reabilitação do edifício, ao aumento do seu desempenho energético e da qualidade interior dos fogos, que aliado à estimativa de custos

desses trabalhos serve de apoio à decisão a tomar perante diversos cenários de intervenção possíveis;

- *Eurolifeform: a probabilistic approach for predicting the life cycle cost and performance of buildings and civil infrastructures.*
- *Licymin: life cycle environmental impact in mining;*
- *Conlife: life-time prediction of high performance concrete with respect to durability.*

O projecto Lifecon LMS aplica a metodologia MADA cujos seis procedimentos estão ilustrados no fluxograma que se apresenta na Figura 4.1.



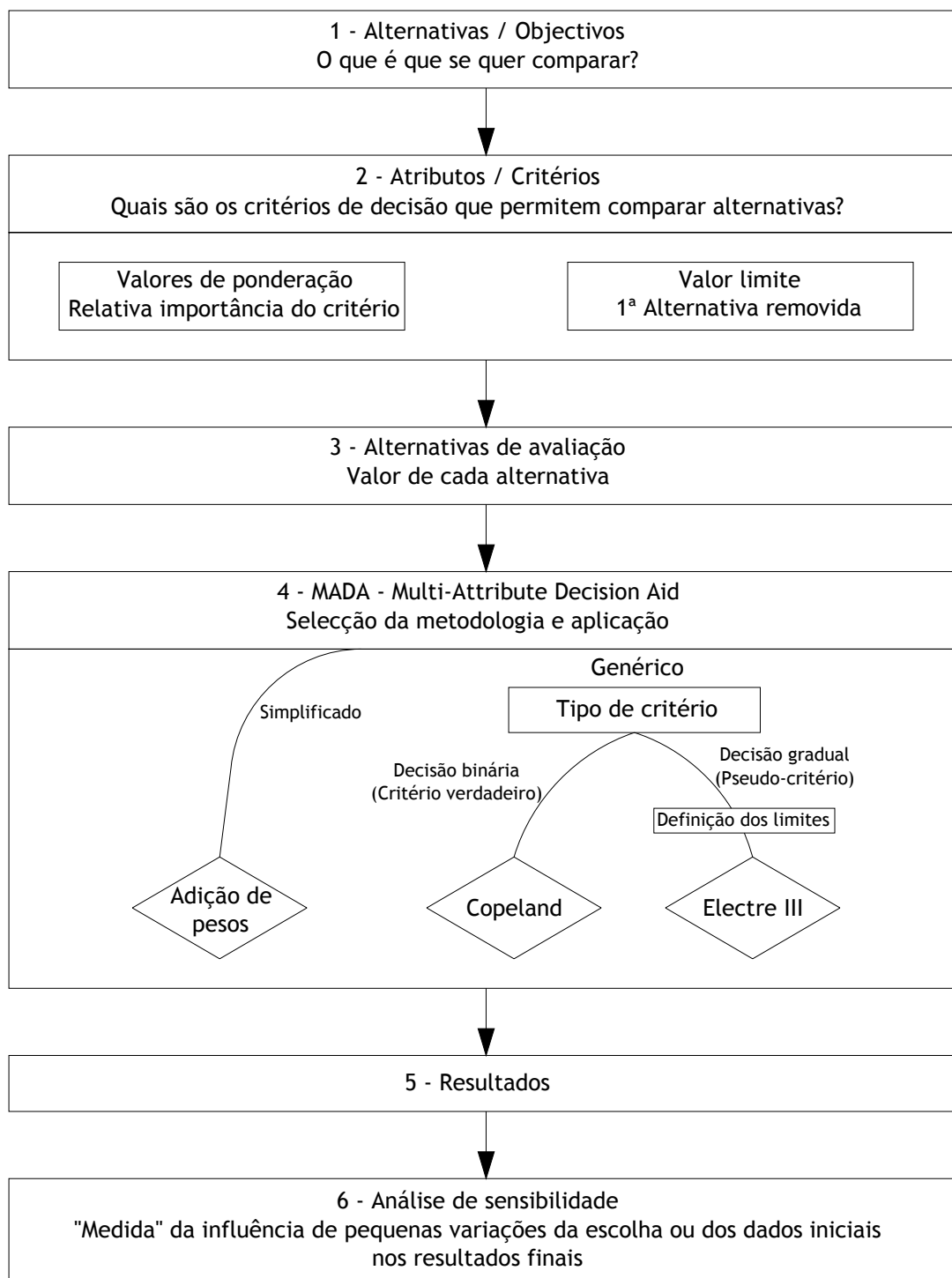


Figura 4.1- MADA Flow-chart (Adaptado de Sarja *et al.*, 2005 - a. Fig. 0.1)

#### 4.6.3. *Quality Function Deployment (QFD)*

Este método consiste em construir uma matriz entre os “requisitos” (= o quê) e as “propriedades de desempenho” ou as “especificações técnicas” (= como). Geralmente as propriedades de desempenho são apenas o elo de ligação entre os requisitos e as especificações técnicas, pelo que não são essas propriedades as tratadas através de funções QFD. Neste método aplicam-se adicionalmente factores de ponderação aos requisitos e às especificações técnicas e são identificadas e determinadas numericamente as correlações entre ambos.

Os objectivos deste método são (Sarja *et al.*, 2005-a):

- identificação dos requisitos funcionais do proprietário, do utilizador e da sociedade;
- interpretar e agregar os requisitos funcionais primeiro em propriedades de desempenho e depois em especificações técnicas;
- otimizar as especificações técnicas e/ou as propriedades de desempenho em comparação com os requisitos;
- decidir entre diferentes soluções de projecto ou alternativas de intervenção sobre os edifícios existentes.

QFD é um método aplicado sempre à análise numérica de requisitos, podendo no entanto ser combinado com avaliações qualitativas e classificações de alternativas de intervenção.

#### 4.6.4. *Análise de Riscos*

A avaliação de riscos consiste na determinação sistemática dos perigos, da probabilidade de ocorrência de danos, das possíveis consequências dos danos e da sua severidade em que (Barnard, 1998):

- perigo é o potencial causador de dano;
- risco (a probabilidade de ocorrer o dano em consequência dos perigos) = severidade (efeitos do perigo) x probabilidade da ocorrência.

A análise de riscos consiste na determinação do grau de risco através do valor da probabilidade da sua ocorrência e do valor da respectiva severidade, seguida da determinação da tolerabilidade do risco.

Existem diversos métodos para se proceder à análise de riscos dos quais se destacam:

- os métodos dedutivos - análise da árvore das falhas (*Fault Tree Analysis* -FTA), no qual se parte da falha, anomalia, incidente adverso identificado no edifício, trabalhando-se a partir dele de modo dedutivo, com o objectivo de se encontrarem as causas (Sarja *et al.*, 2005-b; Wyatt, 2005);
- os métodos indutivos - análise da árvore de acontecimentos (*Event Tree Analysis* - ETA) - começa-se por um acontecimento básico ou inicializante e trabalha-se a partir dele de modo indutivo, até se chegar a todas as possíveis consequências que podem ocorrer no edifício, originadas por esse acontecimento (Sarja *et al.*, 2005-b);
- o método da análise de falhas e de efeitos (*Failure Mode and Effects Analysis* - FMEA), que permite a identificação dos modos de falha de determinada parte do edifício, relativamente a uma função para a qual foi projectada (Lair *et al.*, 1999 e 2001, cit. por Hodve, 2004; Talon *et al.*, 2005; Wyatt, 2005). Determina-se através deste método os modos de falha e os respectivos efeitos, podendo associar-se métodos de quantificação desses efeitos, para o que se tem que definir objectivamente os respectivos atributos quantificáveis, em cuja graduação se combine a severidade desses efeitos com a respectiva ocorrência e consequentes implicações no desempenho em uso. Esta metodologia tanto se pode empregar com o objectivo de apoiar a decisão no que se refere à prioridade de intervenção, como para facilitar as inspecções/diagnósticos a efectuar às edificações (CIB W080, 2006).

#### 4.6.5. Análise multicritério

Sarja apresenta a análise multicritério, aplicada no projecto Investimmo, que se baseia em três passos fundamentais (Sarja *et al.*, 2005-a):

- definir critérios de decisão;
- avaliar cada item de acordo com esses critérios;
- agregar essas avaliações para classificar os edifícios.

Refere ainda que a elaboração de uma lista de critérios de decisão é essencial em qualquer processo de tomada de decisão devendo verificar as seguintes condições: serem exaustivas<sup>33</sup>, serem coesas<sup>34</sup>, não serem redundantes<sup>35</sup>, cada critério ter o mesmo nível de importância qualitativa e que o número de critérios para cada nível de decisão não deve ser superior a 12.

Após esta lista estar elaborada o edifício pode ser avaliado de acordo com cada factor e depois relativamente a cada critério, quantitativa e/ou qualitativamente.

A síntese de uma análise multicritério é uma avaliação global: uma escolha, um valor, uma hierarquização, que se denomina agregação. Neste projecto foi adoptada uma agregação que permite obter resultados qualitativos e quantitativos, baseada na metodologia do Electre IV. Permite a visualização das situações mais desfavoráveis e das situações mais favoráveis, bem como das situações a vetar, permitindo através das subclasses determinadas, uma avaliação mais pormenorizada. É baseado em limites e percentagens de cada subclasse, às quais se associam cores e que se definem como (Sarja *et al.*, 2005-a):

- favorável ou claramente aceitável - verde
- duvidoso - amarelo
- desfavorável ou rejeitado - vermelho
- intolerável (situação a vetar) - preto

Esta avaliação qualitativa baseia-se na escala de Hermione que além dos níveis referidos, também comporta uma escala mais pormenorizada com atributos secundários, na qual o sinal “+” significa vantagens particulares e o sinal “-” significa reserva na classificação, conforme se explica no Quadro 4.9 (ALBATROS, 2005).

---

<sup>33</sup> Que quaisquer duas alternativas sejam consideradas indiferentes se os seus desempenhos forem iguais em todos os atributos. Isso não se verificará se existir algum critério pertinente não incluído na família de atributos considerados.

<sup>34</sup> Que se uma alternativa for em tudo igual a uma segunda alternativa, exceptuando o desempenho num critério em que a primeira é melhor que a segunda, então, considerando todos os critérios, a primeira alternativa nunca poderá ser considerada pior que a segunda alternativa.

<sup>35</sup> Que não se possa retirar nenhum critério à família de atributos sem colocar em causa as condições de exaustão e de coesão.

Quadro 4.9- Níveis de avaliação qualitativos (Sarja *et al.*, 2005-a e ALBATROS, 2005)

G	Favorável	G+	Excepcional
		G°	Favorável
		G-	Favorável com algumas pequenas reservas
Y	Duvidoso	Y+	Duvidoso com elementos positivos
		Y°	Duvidoso
		Y-	Duvidoso com elementos negativos
R	Desfavorável	R+	Desfavorável com elementos positivos
		R°	Desfavorável
		R-	Desfavorável com elementos negativos
B	Intolerável. Situação a vetar	B	Passa a avaliação global para vermelho

A cada um destes critérios qualitativos é associado um fuso lógico para transformar a avaliação qualitativa numa avaliação quantitativa (Sarja *et al.*, 2005-a). Estes fusos são baseados no método de agregação de Hermione (Quadro 4.10), que considera que um elemento é favorável se a maioria dos seus elementos de um nível hierárquico inferior são favoráveis, sem que exista nenhum elemento desfavorável. Assim obtém-se um (ALBATROS, 2005):

- resultado verde: quando existe uma maioria absoluta de resultados verdes sem vermelhos;
- resultado amarelo - quando existe uma maioria de resultados amarelos sem vermelhos. O amarelo é também atribuído quando se obtém uma maioria superior ou igual a 66% de resultados verdes com uma minoria de vermelhos, inferior ou igual a 33% - cenários com muitas qualidades e alguns defeitos sérios;
- resultado vermelho - sempre que as avaliações vermelhas ultrapassem os 33% sem que exista uma maioria de resultados verdes, ou desde que exista um Veto, o resultado passa a vermelho.

Quadro 4.10- Síntese de agregações - Hermione (ALBATROS, 2005)

G	Favorável	G <sup>+</sup>	G = 100%
		G <sup>o</sup>	G ≥ 66% ∧ R=0 ∧ B=0
		G <sup>-</sup>	66% > G ≥ 50% ∧ R=0 ∧ B=0
Y	Duvidoso	Y <sup>+</sup>	33% < G < 50% ∧ R=0 ∧ B=0
		Y <sup>o</sup>	(G < 33% ∧ R=0 ∧ B=0) ∨ (G ≥ 66% ∧ R ≤ 33% ∧ B=0)
		Y <sup>-</sup>	(R ≤ 33% ∧ B=0) ∨ (G ≥ 50% ∧ R ≤ 50% ∧ B=0)
R	Desfavorável	R <sup>+</sup>	(33% < R ≤ 50% ∧ B=0) ∨ (50% < R ∧ G ≥ 33% ∧ B=0)
		R <sup>o</sup>	50% < R ≤ 66% ∧ B=0
		R <sup>-</sup>	R > 66%
B	Intolerável. Situação a vetar	B	B > 33%

O método de agregação de Hermione indica se um critério principal é globalmente favorável, duvidoso ou desfavorável, relativamente a um determinado cenário, em função das avaliações detalhadas, relativamente aos critérios secundários que o constituem. Assim se a maioria dos critérios secundários de um determinado critério principal são favoráveis e, nenhum é desfavorável, o critério é globalmente favorável. Se há mais de um terço de critérios secundários desfavoráveis, o critério principal é desfavorável.

Este método de agregação não atribui pesos aos critérios, exigindo no entanto uma estrutura equilibrada dentro de cada critério a avaliar, devendo evitar-se a mistura de critérios importantes com critérios com pouco significado para a avaliação (ALBATROS, 2005).

#### 4.7 GRAU DE DEGRADAÇÃO DA ENVOLVENTE EXTERIOR CONSTRUÍDA

Para se construir uma metodologia para a determinação do grau de degradação (GD), da envolvente exterior de edifícios de habitação social e para se estabelecer a respectiva escala de graduação quantitativa de referência, efectuou-se pesquisa bibliográfica, com o objectivo de se conhecerem diversas escalas que se têm vindo a aplicar, tendo por base a observação visual desses elementos.

#### 4.7.1. Níveis de severidade das anomalias: escalas de referência

Marteinsson e Jónsson (1999) sugerem quatro graus de degradação baseados no cruzamento entre a frequência com que ocorrem e a sua extensão, conforme o Quadro 4.11 (Marteinsson e Jónsson, 1999 cit. por Gaspar e Brito, 2005).

Quadro 4.11- Graus de degradação (Marteinsson e Jónsson, 1999)

Grau de degradação	1	2	3	4
Extensão	inferior a 5%	de 5% a 33%	de 34% a 66%	de 64% a 100%

Gaspar e Brito (2005) sugerem uma metodologia para estimar o nível global de degradação de revestimentos tradicionais de fachadas de edifícios através de cinco níveis, conforme o Quadro 4.12.

Quadro 4.12 - Avaliação da degradação de rebocos de cimento em fachadas  
(Adaptado de Gaspar e Brito, 2005. Quadro 1)

Nível de degradação	Caracterização	Área afectada (%)
Nível 0	Degradação não detectável visualmente	Menos de 5
Nível 1 - Bom	Marcas na superfície Presença eventual de fissuração capilar	5-10
Nível 2 - Degradação leve	Fissuras visíveis apenas com lentes de aumento Presença localizada de fungos Possível infiltração de água ou sinais leves de eflorescências Marcas ténues de humidade	11-30
Nível 3 - Degradação ampla	Fissuração localizada, visível a olho nu Deterioração dos cunhais e cantos Infiltrações localizadas Eflorescências Deterioração da superfície (cor e textura)	31-50
Nível 4 - Degradação extensa	Fissuração extensa Destacamento ou queda da superfície Infiltração extensa e deterioração da superfície Elementos metálicos corroídos ou partidos Perda de adesão entre camadas Destacamento da parede	Mais de 50

Estes autores estimam o nível global de degradação (*ODL*) através de uma média ponderada dos níveis de degradação registados, de acordo com a seguinte expressão:

$$ODL = \frac{(n_1 \times 1 + n_2 \times 2 + n_3 \times 3 + n_4 \times 4)}{\sum (n_1 + n_2 + n_3 + n_4)} \quad (4.1)$$

em que  $n_i$  é o somatório dos defeitos registados no nível  $i$  (0 a 4).

Relativamente ao revestimento por pintura, as anomalias que manifesta têm implicações na perda do desempenho das exigências funcionais desse revestimento bem como das camadas de revestimento subjacentes, respectivamente no que respeita a exigências visuais e a exigências de durabilidade, dependendo do tipo e extensão da anomalia. Assim estas anomalias têm que ser analisadas determinando a sua extensão e o seu grau de gravidade. No que respeita à extensão da anomalia a sua quantificação pode ser expressa em termos da percentagem de afectação da fachada. Relativamente à quantificação do grau de gravidade da anomalia, apesar do revestimento por pintura ter um papel de protecção das camadas subjacentes, implicando a sua degradação o aparecimento de vias de deterioração dessas camadas, como este tipo de anomalia não tem implicações na segurança e estabilidade do edifício, é considerado razoável que essa quantificação também se faça através da determinação da percentagem da área de fachada afectada (Teo, 2005).

Shohet et Paciuk (2006) apresentam duas escalas de valoração para avaliar o desempenho de cada revestimento de fachada estudado, sob determinadas condições de exposição. Neste método o desempenho de cada componente observado é avaliado numa escala de 0 a 100, na qual se atribui a classificação de acordo com o definido no Quadro 4.13.

Quadro 4.13 - Escala de valoração para a determinação do nível de desempenho dos revestimentos de fachada (Adaptado de Shohet et Paciuk, 2005)

Valoração	Descrição das características
100	Corresponde à não existência de defeitos ou sinais de falha
80	Indica a existência de deterioração insípida
60	Indica deterioração excessiva mas ainda dentro das condições marginais
40	Indica falhas severas
20	Indica deterioração muito grave

A avaliação de cada componente é efectuada utilizando as escalas de avaliação física e visual, apresentadas no Quadro 4.14 e no Quadro 4.15.



Quadro 4.14 - Descrição da escala de avaliação física (Adaptado de Shohet et Paciuk, 2005)

Escala	Descrição das características
20	Porções significativas de revestimento destacaram, descolaram ou caíram. Fendas com mais do que 5 mm de largura desenvolveram-se.
40	Fendas com largura superior a 1 mm desenvolveram-se numa área superior ou igual a 5% da superfície de revestimento. Porções de revestimento caíram.
60	Fissuras com 0,5 mm de largura cobrem menos de 5% da área total de revestimento. Mais de 3% dos elementos de revestimento caíram.
80	Fissuras capilares desenvolveram-se em porções do revestimento. Elementos isolados de revestimento caíram.
100	O revestimento está completo e não danificado. Nenhum elemento de revestimento caiu. Alguma fissuração capilar pode estar presente.

Quadro 4.15 - Descrição da escala de avaliação visual (Adaptado de Shohet et Paciuk, 2005)

Escala	Descrição das características
20	Porções significativas de revestimento estão em falta ou incompletas. Desenvolveram-se fendas na superfície de revestimento.
40	Os danos estão localizados. Desenvolveram-se microrganismos num terço ou mais da área da superfície de revestimento.
60	A superfície do revestimento não é uniforme devido a danos físicos ou a descoloração.
80	A superfície do revestimento não é uniforme devido a pequenas fissuras, queda de elementos de revestimento, microrganismos ou a diferenças de cor no revestimento.
100	A superfície de revestimento não está danificada e apresenta-se uniforme (não há fissuras visíveis, nem falta de elementos, nem microrganismos).

Gaspar *et al.* (2006) apresenta metodologias de classificação de fissuração que se passam a transcrever na Figura 4.2.

Fonte	Abertura da fissura em mm											
	0	0,1	0,2	0,25	0,5	1	1,5	2	3	5	15	25
CSTB/ Veiga	Microfissuras / Microfendas			Fissura / Fendas médias					Fendas / Fracturas			
Shohet	Fissura capilar			N. 1	N. 2	Nível 3				Nível 4		
CIB	Desprezável		Finas (0,1 a 1 mm)				Moderada (1 a 5 mm)			Largas		
BRE	Capilar		Nível 1				Nível 2			N. 3	N.4	
Bidwell	Fina						Médias (até 10 mm)			Largas		
Kaminetzky	-----				Ligeiras				Moderadas		Pronunciadas	

Figura 4.2- Classificação da fissuração em função da respectiva abertura  
(Adaptado de Gaspar *et al.*, 2006)

Quanto a um sistema de cobertura, os requisitos de desempenho que lhe são exigidos são (Lounis *et al.*, 1998):

- estanquidade à água - impedir a entrada de água dentro do edifício, através do revestimento de cobertura inclinada, ou através do sistema de impermeabilização aplicado nas coberturas planas;

- conforto térmico - minimizar os fluxos de energia (trocas de calor) entre o interior e o exterior e vice-versa, garantida através do isolamento térmico;
- controlo de condensações - prevenir a ocorrência de condensações no sistema de cobertura através da colocação de uma barreira pára-vapor;
- estanquidade ao ar - controlar as entradas de ar através do sistema da cobertura;
- segurança estrutural - resistência às acções;
- facilidade de manutenção (*maintainability*) - facilidade da execução de operações de manutenção e de reparação associadas a baixo custo económico.

Para efectuar a avaliação do estado de degradação das membranas de impermeabilização de coberturas, *Lounis et al.* (1998), estabeleceram uma escala de valoração de 1 a 7, que conjuga a severidade do dano com a sua extensão, descrita no Quadro 4.16.

Quadro 4.16 - Condições de avaliação de membranas de impermeabilização de coberturas

(Adaptado de *Lounis et al.*, 1998)

Escala de valoração	Condição/Estado	Degradação (%)
7	Excelente: Não se verificaram anomalias	0-10
6	Muito bom: anomalias menores (ex.: pequenas bolhas)	11-25
5	Boa: presença de algumas pregas	26-40
4	Aceitável: deterioração moderada. A impermeabilização ainda é adequada	41-55
3	Fraca: grande deterioração. Perda potencial da capacidade de impermeabilização	56-70
2	Muito fraca: deterioração extensa. Infiltração localizada de água	71-85
1	Falha total: extensa entrada de água	> 85

Segundo referem os autores, estas condições de avaliação foram aplicadas a vários sistemas de infra-estruturas, incluindo a pontes, pavimentos, barragens e telhados.

#### 4.8 SÍNTESE

Analisando o método adoptado pelo INE e o método de avaliação do estado de conservação de edifícios - MAEC, verifica-se que têm por objectivo a definição de níveis do estado de conservação/degradação dos edifícios a avaliar. O primeiro indica na sequência dessa avaliação as correspondentes necessidades de reparação. Nestes dois métodos aplicados em Portugal, são definidos cinco níveis de classificação das necessidades de conservação do edifício,

aos quais são aplicados índices de ponderação previamente definidos por um conjunto de especialistas do LNEC. O método utilizado no Censos 2001 permite uma avaliação das necessidades de reparação dos edifícios baseadas numa avaliação visual dos elementos da envolvente exterior. O MAEC permite a avaliação do estado de conservação do locado através da avaliação visual de elementos funcionais comuns do edifício que tenham implicação directa na avaliação do locado, conjugado com a avaliação de um conjunto de elementos funcionais relativos a ele. O primeiro método avalia a globalidade do edifício e o segundo apenas o fogo. Em ambos os métodos apenas se avaliam elementos funcionais físicos, não se entrando em consideração com a avaliação de todas as condições de habitabilidade, nomeadamente no que respeita às exigências de conforto, de uso, de aspecto, de durabilidade ou de economia. Existem em ambos os métodos quadros explicativos quanto à classificação a atribuir a cada um destes níveis, sendo reconhecida a subjectividade existente quer num quer noutro.

O método do *Guide Socotec* permite a obtenção do grau de degradação dos vários componentes e respectivos órgãos de um edifício, obtido em função das deficiências que apresentam relativamente a sete requisitos definidos, não permitindo uma agregação de resultados para se obter uma avaliação global do edifício.

A nível europeu verifica-se o desenvolvimento de métodos de apoio à decisão das operações de reabilitação e de manutenção de edifícios de habitação, dos quais se destaca o projecto Investimmo e o EPIQR.

Tem-se verificado uma preocupação crescente da União Europeia em se desenvolverem instrumentos que permitam uma gestão eficaz do parque imobiliário construído, de modo a que o mesmo seja preservado, aumentando a sua eficiência no que respeita ao seu desempenho físico, energético e consequentemente económico e social. Os métodos de diagnóstico do estado de degradação dos edifícios são a base para o desenvolvimento de qualquer programa de gestão de um parque imobiliário. O conhecimento desse estado e, a previsão da consequente evolução ao longo do tempo, permite às entidades gestoras planearem as acções a implementarem quer sob o ponto de vista técnico quer sob o ponto de vista económico. Por outro lado, ao fazer-se este diagnóstico, podem-se identificar as situações de degradação precoce podendo-se determinar as possíveis causas, de modo a serem evitadas em futuros projectos. Os métodos referidos baseiam-se, na generalidade, na observação visual sistemática de determinados elementos dos edifícios, conjugando alguns deles essa observação com entrevistas aos habitantes, para se poder verificar a existência de deficiente desempenho ao nível do conforto interior: térmico, acústico, visual e olfactivo.

Em Portugal alguns trabalhos estão ou foram já desenvolvidos neste âmbito, nomeadamente os trabalhos de Paulo *et al.* (2006) e Lanzinha (2006).

O presente trabalho visa o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação do grau de conservação/degradação da envolvente exterior dos edifícios de habitação social em regime de arrendamento público, baseada na observação visual, cujas ferramentas de apoio garantam que o grau de subjectividade seja diminuto, para que a decisão a tomar quanto ao nível de reabilitação a seguir seja o mais fiável em termos dos resultados esperados e, em que se conjugue a avaliação do grau de degradação no que respeita a elementos físicos da envolvente exterior, com aspectos de conforto interior, de durabilidade e facilidade de manutenção. Tem por objectivo o fornecimento de instrumentos de apoio à decisão das entidades gestoras destes parques habitacionais, de modo a decidirem atempadamente quanto às acções a implementar e, num país em que as políticas de manutenção preventiva de edifícios são praticamente inexistentes, pretende-se fornecer instrumentos de orientação que permitam a mudança dessas políticas de gestão.

Com base na análise das escalas de graduação de anomalias apresentadas, propõe-se, no capítulo seguinte, uma metodologia para a determinação do grau de degradação (GD) da envolvente exterior de edifícios de habitação social, que se baseia na observação visual sistemática da envolvente, tendo-se como referência uma escala de valoração física e visual, previamente elaborada.

# ***CAPÍTULO 5***

Metodologia Desenvolvida



## 5. METODOLOGIA DESENVOLVIDA

### 5.1 INTRODUÇÃO

A avaliação do grau de degradação da envolvente exterior dos edifícios de habitação social, baseou-se num diagnóstico visual conjugado com entrevistas a habitantes titulares do contrato de arrendamento, a responsáveis das câmaras municipais pela gestão deste parque imobiliário e a responsáveis dos respectivos condomínios. Estas entrevistas englobaram a visita ao respectivo apartamento, para se observar as anomalias referidas pelos residentes e atribuir-se uma graduação às suas respostas, de forma mais objectiva, bem como para se complementar a observação visual externa. Este diagnóstico previamente preparado e normalizado para todos os empreendimentos, permite uma observação sistemática da envolvente dos edifícios, indispensável para o conhecimento do respectivo estado de degradação e para o estabelecimento de qualquer operação de reabilitação, bem como para a melhoria da eficiência energética e de qualidade do ambiente interior. A qualidade do ambiente interior é avaliada através das entrevistas referidas permitindo a identificação, entre outros, de problemas de conforto térmico e acústico. Durante estas entrevistas é atribuída uma valoração de acordo com as respostas obtidas a perguntas previamente estabelecidas num questionário cujas respostas esperadas estão normalizadas para uma determinada graduação.

O recurso à observação visual para efectuar diagnósticos em edifícios tem sido usada em vários métodos conforme referido no Capítulo 4, com especial relevo para a metodologia do EPIQR referido em 4.6.2, que associa à observação visual, inquéritos aos residentes acompanhados de visitas ao interior dos apartamentos. Por analogia com esta metodologia efectuaram-se inspecções visuais sistemáticas à envolvente exterior e, em cada edifício, visitaram-se no mínimo três apartamentos, se possível localizados em fachadas diferentes, um no rés-do-chão ou no 1º andar, outro no último andar e outro num andar intermédio. Efectuou-se também a observação dos espaços comuns do edifício (Bluyssen, 2000; EPIQR, 2004).

Para se construir uma metodologia para a determinação do grau de degradação (GD), da envolvente exterior de edifícios de habitação social e para se estabelecer a respectiva escala de graduação quantitativa de referência, efectuou-se pesquisa bibliográfica, no Capítulo 4, com o objectivo de se conhecerem diversas escalas que se têm vindo a aplicar, tendo por base a

observação visual desses elementos.

## 5.2 OBSERVAÇÃO E DIAGNÓSTICO

### 5.2.1. Sistematização da observação

A metodologia de observação da envolvente exterior consistiu na inspecção visual da mesma, tendo-se para isso criado instrumentos de apoio. A inspecção visual justifica-se pela facilidade e rapidez de uso, bem como pelo baixo custo, dada a dimensão da amostra (Balaras *et al.*, 2004, cit. por Garpar e Brito 2005). Essa inspecção visual da envolvente exterior dos edifícios, teve por objectivo a identificação das anomalias, a determinação do seu grau de severidade, através de escalas de valoração cujos parâmetros de deterioração foram previamente definidos e, sugerir, as linhas de actuação para a solução do problema, bem como, identificar causas que levaram ao aparecimento das anomalias. Os métodos referidos de avaliação de edifícios dividem-nos em elementos construtivos que são avaliados independentemente, através de níveis de degradação/desempenho, sendo utilizados geralmente cinco níveis de graduação (Gaspar e Brito, 2005).

Como instrumento de apoio das acções de observação foi desenvolvida uma matriz de observação, baseada no método qualitativo de análise de riscos FMEA<sup>36</sup> - método da análise de falhas e de efeitos. Pretende-se com a sua utilização identificar-se as degradações que podem atingir a envolvente exterior durante a fase de utilização, bem como as cadeias de degradação que se podem desenvolver. Através deste método identificam-se os principais modos de falha, as respectivas causas, efeitos directos e indirectos, dos revestimentos de fachadas em rebocos tradicionais, rebocos pré-doseados, revestimentos cerâmicos e de pintura, do revestimento de cobertura em telha cerâmica e telha de fibrocimento, bem como de coberturas planas invertidas e dos elementos de cerramento de vãos, conforme a estrutura representada no

Quadro 5.1, e cujos conteúdos se encontram no Anexo G. A sistematização dos diferentes modos de falha dos elementos indicados, das respectivas causas e efeitos, resultou da pesquisa bibliográfica efectuada e pretende ser o mais exaustiva possível, apresentando por isso, causas e efeitos dos modos de falha cuja caracterização/diagnóstico não se pode efectuar apenas com observação visual.

---

<sup>36</sup> FMEA - Failure Modes and Effects Analysis.



Quadro 5.1 - Estrutura da matriz de observação - FMEA

Elemento	Função	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos
----------	--------	----------------	--------	------------------	--------------------

A aplicação deste método permite obter a relação entre os estados de degradação dos elementos em estudo e o respectivo nível de desempenho funcional. Tem sido desenvolvido e aplicado especialmente na determinação do período de vida útil e de modelos de degradação de produtos e sistemas empregues na construção, em que o modo de falha traduz o processo de degradação (Lair *et* Chevalier, 2002). Baseia-se num princípio interactivo: os efeitos directos ou indirectos podem tornar-se a causa de outras degradações, podendo-se assim encontrar todos os possíveis cenários de falha. O FMEA estará concluído quando se tiver estabelecido toda a possível cadeia de degradações que leva à falha dos componentes ou dos produtos, isto é, quando uma das suas principais funções já não é desempenhada (CIB W080, 2006).

Como principal limite à aplicação do FMEA é indicada a não integração de uma escala temporal, essencial para se conhecer a evolução temporal da degradação dos produtos, elementos e sistemas construtivos. Outro aspecto negativo referido é o facto de não se avaliar a intensidade do fenómeno de degradação e a sua repartição espacial sendo necessário desenvolver-se uma análise de criticidade que entre com estes aspectos e permita classificar os cenários de degradação, através de uma escala de criticidade que permita identificar as situações mais críticas de falha (CIB W080, 2006). Assim, como método de análise de riscos, sempre que se pretenda, além da análise qualitativa do modo de falha, analisar a sua criticidade, associa-se à determinação das causas a probabilidade da sua ocorrência (P), aos efeitos a sua severidade (S) e aos meios utilizados para o controlo das falhas a probabilidade de detecção (D) - meios de detecção e prevenção dos modos de falha e de mitigação dos seus efeitos - designando-se então o método por FMECA<sup>37</sup> (CIB W080, 2006). A matriz anterior tomará o formato indicado no Quadro 5.2.

Quadro 5.2 - Estrutura da matriz - FMECA

Elemento	Função	Modos de falha (degradação)	Causas	P	Efeitos directos	S	Controlo	D	Grau de Risco (GR)*			
									P	S	D	GR=PxSxD

\*Grau de risco ou criticidade.

Sob o ponto de vista da prevenção/eliminação de determinado modo de falha deve-se actuar de forma a diminuir a probabilidade da ocorrência das respectivas causas. Esta actuação

<sup>37</sup> FMECA - Failure Modes Effects and Criticality Analysis.

deve ser implementada na fase de projecto do edifício, através da escolha das soluções de maior durabilidade e do estabelecimento do conjunto de especificações exigências a implementar na fase de projecto, na fase de construção e a verificarem-se na fase de utilização. Durante a fase de utilização do edifício ao efectuarem-se diagnósticos, a determinação da probabilidade de ocorrência das causas que originaram determinado modo de falha é mais difícil, dado que podem concorrer várias causas para um modo de falha. Assim, na análise efectuada durante a fase de utilização, será mais fiável determinar-se a probabilidade de ocorrência da causa - falha - efeitos, ou melhor da probabilidade de ocorrência dos efeitos de determinado modo de falha.

Consoante a análise a efectuar e a metodologia desenvolvida pelos autores, são atribuídas escalas de valoração à probabilidade, à severidade e à probabilidade da detecção, à semelhança das que se indicam no Quadro 5.3, Quadro 5.4 e Quadro 5.5.

Quadro 5.3 - Escala de valoração da probabilidade (Adaptado de CIB W080, 2006)

Probabilidade da ocorrência (causa-falha-efeito)	
Definição	Factor
Não é provável que a falha ocorra (1 em 1 000 000)	1
Muito pouco provável que a falha ocorra (1 em 500 000)	2
Pouco provável que a falha ocorra (1 em 100 000)	3
Baixa probabilidade de falha (1 em 50 000)	4
Média probabilidade de falha (1 em 10 000)	5
Moderada probabilidade para a ocorrência da falha (1 em 5 000)	6
Considerável probabilidade para a ocorrência da falha (1 em 1 000)	7
Alta probabilidade para a ocorrência da falha (1 em 100)	8
Muito alta probabilidade para a ocorrência da falha (1 em 10)	9
Elevada probabilidade (quase certo) para a ocorrência da falha (1 em 2)	10

Quadro 5.4 - Escala de valoração da severidade (Adaptado de CIB W080, 2006)

Severidade da ocorrência	
Definição	Factor
Nenhum efeito no produto/sistema/elemento	1
Baixo efeito no produto/sistema/elemento mas nenhum efeito na sua função	2-3
Risco moderado de falha na função em uso do produto/sistema/elemento	4-6
Risco elevado de falha no funcionamento do produto/sistema/elemento	7-9
Falha que pode afectar a segurança das pessoas	10

Quadro 5.5 - Escala de valoração da probabilidade de detecção (Adaptado de CIB W080, 2006)

Probabilidade de detecção através dos sistemas de controlo	
Definição	Factor
Falha que pode ser sempre detectada. Probabilidade de detecção $P \geq 99,99\%$	1
Probabilidade de detecção $90\% \leq P < 99,99$	2
Probabilidade de detecção $80\% \leq P < 90\%$	3
Probabilidade de detecção $70\% \leq P < 80\%$	4
Probabilidade de detecção $60\% \leq P < 70\%$	5
Probabilidade de detecção $50\% \leq P < 60\%$	6
Probabilidade de detecção $40\% \leq P < 50\%$	7
Probabilidade de detecção $30\% \leq P < 40\%$	8
Probabilidade de detecção $10\% \leq P < 30\%$	9
A falha dificilmente pode ser detectada $P < 10\%$	10

Tal como na análise de riscos pode-se estabelecer o grau de urgência das medidas a implementar, em consequência do Grau de Risco ou Criticidade obtido, conforme se indica no Quadro 5.6.

Quadro 5.6 - Hierarquização do risco e das medidas a implementar

Definição do Grau de Risco/Criticidade		Grau de urgência das medidas
<b><math>GR \geq 200^*</math></b>	Muito Elevado	Requer acção imediata para se eliminarem as causas
<b><math>100 \leq GR &lt; 200^{**}</math></b>	Elevado	Devem ser tomadas medidas urgentes para se eliminarem as causas
<b><math>40 \leq GR &lt; 100</math></b>	Moderado	Devem ser tomadas medidas logo que possível para se diminuir a probabilidade de ocorrer maior degradação
<b><math>GR &lt; 40^{***}</math></b>	Baixo	Devem ser tomadas medidas de melhoria sem carácter de urgência

\* Considerou-se como limite inferior o produto entre: 2 (Muito pouco provável que a falha ocorra) x 10 (Falha que pode afectar a segurança das pessoas) x 10 (A falha dificilmente pode ser detectada).

\*\* Considerou-se como limite inferior o produto entre: 2 (Muito pouco provável que a falha ocorra) x 10 (Falha que pode afectar a segurança das pessoas) x 5 (probabilidade de detecção  $60\% \leq P < 70\%$ ).

\*\*\* Considerou-se como limite superior o produto entre: 2 (Muito pouco provável que a falha ocorra) x 10 (Falha que pode afectar a segurança das pessoas) x 2 (Alta probabilidade de detecção  $90\% \leq P < 99,99$ ).

### 5.2.2. Escala de valoração

Associado ao diagnóstico efectuado através das grelhas do FMEA e para se proceder à determinação do grau de degradação da envolvente exterior dos edifícios, foi construída uma grelha de valoração qualitativa e quantitativa às quais se associaram já critérios de decisão que, à semelhança da escala de Shohet et Paciuk (2006), referida no ponto 4.7.1, se baseia numa escala visual de avaliação conjugada com uma escala de avaliação física.

A escala de graduação apresentada baseia-se na escala de Hermione referida no ponto 4.6.5. Relativamente à escala de Hermione optou-se pela aplicação de oito graus de valoração, tendo-se efectuado alterações no que respeita ao grupo de classificação mais desfavorável: optou-se por um nível de classificação R+ para as situações de degradação inaceitáveis mas com possibilidade de reabilitação através de acções excepcionais e, por um nível de classificação Rº, para as situações de degradação muito grave para as quais a solução é a demolição/substituição do elemento em análise, não se tendo considerado a situação de veto (Quadro 5.7). A opção de se ter oito níveis de graduação prende-se com o facto de assim se obter um resultado mais pormenorizado para as avaliações e acções de reabilitação a implementar.

Para cada um dos oito níveis da escala de graduação a atribuir às situações analisadas nos elementos funcionais da envolvente exterior, foram definidos para cada elemento a observar, os respectivos critérios de avaliação, que resultaram da conjugação das escalas de valoração dos vários métodos descritos no Capítulo 4. A escala de valoração desenvolvida pretende ser uma ferramenta de avaliação do grau de degradação de vários elementos funcionais da envolvente exterior: revestimentos das fachadas e das coberturas, vãos envidraçados e sistema de drenagem de águas pluviais, no qual se considera a intensidade do fenómeno de degradação identificado, associado à sua extensão e localização.

Para maior facilidade de aplicação quando se procede à observação visual, ilustrou-se a referida escala com esquemas representativos das percentagens de afectação da patologia observada. Esta escala de graduação está contida no Anexo H, da qual se transcreveu a metodologia de avaliação do GD=9, Figura 5.1.

Quadro 5.7 - Níveis de avaliação do grau de degradação, dos índices de desempenho e critérios de decisão

Nível	Descrição		Acções	GD
G	Situação aceitável sem reservas (10 a 8)	G+	Excepcional sem necessidade de intervenção. Manter e planejar acções de manutenção para manter o nível de conservação.	10
		G°	Boa sem reservas. Acções de limpeza e manutenção corrente.	9
		G-	Boa com alguma reserva. Acções de limpeza, manutenção dos elementos que apresentam indícios de degradação.	8
Y	Situação aceitável com reservas (7 a 5)	Y+	Aceitável com necessidade de se proceder a acções de reabilitação ligeira.	7
		Y°	Aceitável, com necessidade de se proceder a acções de reabilitação moderada.	6
		Y-	Aceitável com necessidade de se proceder a acções de reabilitação profunda.	5
R	Situação inaceitável (4 a 3)	R+	Situação inaceitável. Intervenção prioritária. Reabilitação excepcional.	4
		R°	Situação intolerável e sem possibilidade de reabilitação. Demolição/substituição	3

Nota: GD – Grau de degradação.

Associaram-se às matrizes de observação referidas em 5.2.1 os níveis de avaliação do grau de degradação, Quadro 5.7, tendo-se no entanto para facilitar a observação definido os grupos de anomalias mais comuns, a serem avaliadas nos edifícios, através de uma avaliação visual prévia dos mesmos, conjugada com as referências das matrizes de observação referidas (Quadro 5.8).

Quadro 5.8 - Matrizes de observação com escala de avaliação

Elemento	Função	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+	G°	G-	Y+	Y°	Y-	R+	R°
								10	9	8	7	6	5	4	3

Nota: E – Existe; NE – Não Existe

Assim, para as fachadas foram identificadas como anomalias mais comuns a descoloração, a queda e destacamento de elementos, a fissuração, as manchas devido ao desenvolvimento de microrganismos e à fixação de sujidade, eflorescências e as manchas de humidade (devido à absorção da água de precipitação e/ou à humidade ascensional). Através de entrevistas aos moradores e da observação do interior dos apartamentos, verifica-se se apresentam deficiências relativamente à estanquidade à água.

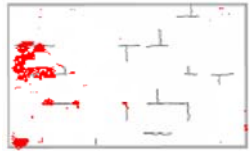
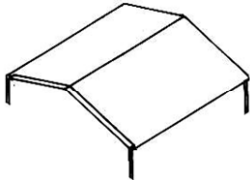
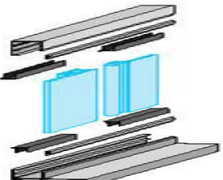
Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
G°	9		Boa sem reservas:			
		Fachada	A superfície das fachadas não é uniforme, devido ao efeito de microfissuração	$0,1 < w \leq 0,25$ mm	$A \leq 5\%$	
		Cobertura	O sistema de rufagem e/ou de impermeabilização da cobertura não apresenta deficiências.	_____	A=0%	
			O revestimento da cobertura apresenta-se uniforme e não danificado	_____		
		Vãos envidraçados	Os vãos envidraçados não apresentam anomalias	_____	P=0%	

Figura 5.1- Escala de graduação para GD=9

Relativamente aos vãos envidraçados verifica-se visualmente se apresentam elementos partidos, empenados, com corrosão, revestimentos danificados. Por entrevista aos moradores e da observação do interior dos apartamentos, verifica-se se apresentam mau funcionamento dos seus elementos, deficiência na sua estanquidade à água e/ou ao ar.

Relativamente ao sistema de drenagem de águas pluviais, verifica-se se apresentam elementos partidos, em falta, com corrosão, com revestimento danificado. Através das entrevistas aos moradores verifica-se se este sistema apresenta deficiente capacidade de drenagem.

Relativamente às coberturas verificou-se a impossibilidade de se poderem observar directamente. Assim, a sua avaliação foi efectuada através do indicador indirecto relativo à respectiva estanquidade, recolhido através das entrevistas: existência de infiltrações, conhecimento de elementos danificados ou em falta. Sempre que possível observou-se directamente se apresentam elementos em falta, danificados, remates incorrectos, ausência de rufagem, águas deformadas, acumulação de microrganismos, de detritos ou de vegetação. No Quadro 5.9 apresenta-se a síntese de observações efectuadas por observação visual directa ou

indirectamente através de entrevistas aos moradores.

Quadro 5.9 - Síntese de observações

Elemento da Envolvente	Avaliação por observação visual directa	Avaliação indirecta através de entrevistas
Fachadas	Descoloração	Estanquidade à água
	Queda e destacamento de elementos	
	Fissuração	
	Manchas devido ao desenvolvimento de microrganismos e à fixação de sujidade	
	Eflorescências	
	Manchas de humidade	
Vãos envidraçados	Elementos partidos	Estanquidade à água
	Elementos empenados	Estanquidade ao ar
	Revestimento danificado	
Sistema de drenagem de águas pluviais	Elementos em falta	Capacidade de drenagem
	Elementos partidos	Entupimento
	Elementos com corrosão	
	Revestimento danificado	
Cobertura	Elementos em falta	Estanquidade à água
	Elementos danificados	
	Ausência de rufagem	
	Remates incorrectos	
	Águas deformadas	
	Acumulação de microrganismos, detritos ou de vegetação	

Elaborou-se uma ficha de campo para maior facilidade de registo das observações visuais que se encontra no Anexo I. Os resultados das observações visuais foram registados conforme o exemplo que consta no Anexo J.

### 5.2.3. Agregação de resultados

Aos resultados das avaliações efectuadas durante a observação visual, relativas à envolvente exterior, foi aplicado um método de agregação, para se obter um valor global para cada um dos elementos e/ou anomalias avaliadas. O método de agregação desenvolvido baseia-se no método de Hermione, referido em 4.6.5. Após se efectuar a aplicação da agregação de Hermione verificou-se que esta necessitava de ser modificada para se transformar numa avaliação quantitativa, com oito níveis de graduação, tendo resultado nas condições de agregação que constam no Quadro 5.10.

Quadro 5.10 - Síntese de agregações - método proposto

G	Favorável	$G^+$ (10)	$G = 100\% \wedge G^+ \geq 66\%$
		$G^0$ (9)	$[(R=0 \wedge G \geq 66\% \wedge G < 100) \Rightarrow GD=9]$ $[(R=0 \wedge G \geq 66\% \wedge G < 100) \wedge (G^- \geq G^0 \wedge G^- > G^+)] \Rightarrow GD=8$ $[(G=100 \wedge G^+ < 66\% \wedge R=0) \Rightarrow GD=9]$ $[(G=100 \wedge G^+ < 66\% \wedge R=0) \wedge (G^- > G^0 \wedge G^- > G^+)] \Rightarrow GD=8$
		$G^-$ (8)	$(66\% > G > 50\% \wedge R=0) \Rightarrow GD=8$
Y	Duvidoso	$Y^+$ (7)	$(33\% < G \leq 50\% \wedge G \geq Y \wedge R=0) \Rightarrow GD=7$ $(33\% < G \leq 50\% \wedge Y^+ \geq (Y^0 + Y^-) \wedge R=0) \Rightarrow GD=7$ $(33\% < G \leq 50\% \wedge G < Y \wedge R=0) \Rightarrow GD=6$ $(G \geq 50\% \wedge Y^+ \geq 66\% \wedge R=0) \Rightarrow GD=7$
		$Y^0$ (6)	$(0 < G < 33\% \wedge Y^+ < 66\% \wedge R=0) \Rightarrow GD=6$ $[100 > (G + Y) \geq 50\% \wedge 0 \leq R \leq 33\% \wedge Y^- \leq Y^0] \Rightarrow GD=6$ $[100 > (G + Y) \geq 50\% \wedge 0 \leq R \leq 33\% \wedge Y^- > Y^+] \Rightarrow GD=5$ $[(100 > Y \geq 66 \wedge 0 < R < 33\%) \wedge (Y^- > Y^0 \wedge Y^+ \geq Y^0)] \Rightarrow GD=5$ $[(100 > Y \geq 66 \wedge 0 < R < 33\%)] \Rightarrow GD=6$ $[(Y=100 \wedge Y^+ < 66\%) \wedge (Y^- \leq Y^0 + Y^+)] \Rightarrow GD=6$ $[(Y=100 \wedge Y^+ < 66\%) \wedge (Y^- \geq Y^0) \wedge (Y^- > Y^+)] \Rightarrow GD=5$
		$Y^-$ (5)	$(G \geq 50\% \wedge R \leq 50\% \wedge R \geq 33\%) \Rightarrow GD=5$ $[(50\% > G + Y \geq 33\% \wedge R=0) \Rightarrow GD=5]$
R	Desfavorável	$R^+$ (4)	$[(R \geq 33\% \wedge R \leq 50\%) \wedge (G + Y) \geq 50\% \wedge G \geq Y] \Rightarrow GD=5$ $[(R \geq 33\% \wedge R \leq 50\%) \wedge (G + Y) \geq 50\% \wedge G < Y] \Rightarrow GD=4$
		$R^0$ (3)	$(R > 50\% \wedge R^+ > R^0) \Rightarrow GD=4$ $(R > 50\% \wedge R^+ \leq R^0) \Rightarrow GD=3$



Construiu-se assim um modelo que permite através da agregação das graduações atribuídas às áreas/elementos observados, relativamente às anomalias observadas, obter um valor global para cada um dos elementos e/ou anomalias avaliadas, bem como a partir destes obter-se o índice de avaliação da envolvente dos edifícios - IA. Esta agregação foi efectuada utilizando a folha de cálculo do Excel, apresentando-se um dos resultados obtidos no Anexo L. Porém, como este método de agregação de resultados não entra com a importância relativa de cada um dos critérios analisados, procedeu-se à aplicação de outra metodologia de agregação de resultados, através da atribuição de ponderações a cada critério de avaliação segundo o método descrito no ponto 5.3. Deste modo ter-se-ão dois valores para IA, obtidos por dois modelos de agregação diferentes, o que permitirá comparar os valores obtidos e decidir pelo modelo mais fiável em termos dos resultados ou tentar encontrar um modelo optimizado.

### 5.3 ENTREVISTAS

#### 5.3.1. Introdução

A avaliação do grau de degradação apenas da envolvente exterior, não traduz efectivamente o grau de degradação do edifício, se não se avaliarem factores internos, através da avaliação efectuada pelos residentes e da observação de factores interiores (EPIQR, 2004). Como referido no ponto anterior para se complementar a observação visual da envolvente exterior e para se obter o nível de desempenho do edifício, através da avaliação daqueles que o habitam, efectuaram-se entrevistas a moradores titulares do contrato de arrendamento, a responsáveis pela gestão dos empreendimentos - técnicos das câmaras municipais, e a responsáveis pelos condomínios dos edifícios analisados, detentores de conhecimento sobre o estado de conservação e das condições de habitabilidade da generalidade dos fogos.

Para se obter a avaliação resultante dessas entrevistas optou-se pela aplicação de um método de análise multicritério ao nível de desempenho de determinados critérios funcionais do edifício, pretendendo-se também conhecer quais são as prioridades dos entrevistados relativamente às operações de manutenção, reparação ou reabilitação a implementar no edifício. Foi construída uma matriz de base para efectuar as entrevistas aos habitantes dos edifícios a avaliar, na qual foram definidos os critérios principais de avaliação de acordo com as exigências funcionais que se pretendem avaliar. Tem-se como objectivo a obtenção de uma classificação global para cada um dos critérios definidos e para a globalidade do edifício.

### 5.3.2. Critérios de avaliação

Para se estruturar a matriz de base para se efectuarem as entrevistas teve que se identificar os critérios a serem avaliados. Para tal teve-se em conta:

- os requisitos exigenciais do utilizador definidos na ISO 6241:1984 e na ISO 15686-1:2000, referidos no Quadro 3.2, cujo desempenho depende directa ou indirectamente das características e estado de degradação da envolvente exterior (exigências de estanquidade, higrotérmicas e visuais);
- a avaliação dos requisitos de desempenho do ambiente interno do edifício - exigências de estanquidade, higrotérmicas e acústicas - de acordo com os requisitos de desempenho a verificar durante o seu período de vida útil, especificados na ISO 15686-3:2000;
- a avaliação da durabilidade e da existência de medidas que facilitem as intervenções de conservação, manutenção e limpeza, que além de constituir um requisito exigencial do utilizador, na ISO 6241:1984 e na ISO 15686-1:2000, constam também dos requisitos de desempenho a verificar durante o período de vida útil, segundo a ISO 15686-3:2000. O critério de durabilidade e facilidade de manutenção, permite verificar se os materiais e elementos construtivos aplicados apresentam características de durabilidade que levem à redução da necessidade de manutenção durante o período de vida útil do edifício (*reliability*), ou se pelo contrário registam rápida degradação e consequente necessidade de reparação ou substituição. No que respeita à manutenção além da frequência requerida em consequência da durabilidade referida, é necessário avaliar a facilidade com que essas operações se podem desenrolar (equipamentos necessários, mão-de-obra especializada, custos) e os riscos profissionais, riscos para terceiros e ambientais que essas operações envolvem (*availability* e *maintainability*) (Sarja, 2005-b). A avaliação e tratamento destes aspectos são considerados cada vez mais importantes quer na fase de projecto quer na fase de planeamento de acções de manutenção e reabilitação, bem como na redução de custos ao longo do período de vida útil dos edifícios.

Inicialmente introduziu-se na matriz a avaliação de aspectos económicos relacionados com as despesas de manutenção e operação dos edifícios, bem como com as despesas de cada fogo com a energia (electricidade e gás) e a água, para se avaliar o critério exigencial de economia (ISO 6241:1984). Relativamente a este critério, depois de várias entrevistas com os habitantes e técnicos das câmaras, incluindo assistentes sociais, verificou-se que não seria de

considerar já que para se avaliarem as despesas com a:

- manutenção do edifício, não se conseguem apurar, dado que, são despesas suportadas pelos proprietários (câmaras municipais), que por sua vez não possuem elementos relativamente a estas despesas;
- operação do edifício, não são relevantes, dado que são edifícios na generalidade sem instalações técnicas comuns, que impliquem despesas de operação (elevadores, bombagem de água e de esgotos, climatização, evacuação de lixo, instalações de segurança contra incêndio e contra intrusão);
- energia e a água, verificou-se que os locatários em várias entrevistas referem um gasto médio mensal de 30 € para electricidade, 30 € para gás e 25€ para água, o que representa segundo os mesmos, um enorme esforço financeiro, tendo em atenção os seus baixos recursos económicos. As carências económicas levam a que estes moradores não procedam ao aquecimento das suas habitações no período de Inverno, o que contribui para o aumento de determinadas patologias interiores, bem como racionalizem o consumo de água quente.

Estes critérios de ordem económica tinham sido estabelecidos inicialmente, com o objectivo de se desenvolverem posteriormente estudos relacionados com o LCC (*Lyfe Cycle Cost*) dos edifícios e com a sua eficiência energética.

Foi assim construída uma matriz de base, na qual constam os critérios principais que se pretendem avaliar. Para cada um destes critérios foram definidos os critérios secundários indicados no Quadro 5.11. A metodologia apresentada tem como objectivo a obtenção de uma classificação global relativamente ao nível de desempenho de cada um dos critérios principais e posteriormente para o edifício na sua globalidade.

Do resultado desta avaliação determinam-se quais os critérios com avaliação negativa e quais são as suas prioridades relativamente às operações de manutenção, reparação ou reabilitação a implementar no edifício.

Quadro 5.11- Entrevistas - Critérios de avaliação

Critérios principais	Critérios secundários	Exigências do utilizador (ISO 6241-1:1984 e ISO 15686-1:2000) Requisitos de desempenho (ISO 15686-3:2000)
<b>1. Estanquidade</b>	1.1 Estanquidade da cobertura à água 1.2 Estanquidade da fachada à água 1.3 Estanquidade dos elementos de cerramento dos vãos	Exigências/Requisitos de estanquidade
<b>2. Condições higrotérmicas interiores</b>	2.1 Conforto térmico Verão 2.2 Conforto térmico Inverno 2.3 Sobreaquecimento interior 2.4 Humidade interior 2.5 Condensações no interior	Exigências/Requisitos higrotérmicos
<b>3. Condições acústicas</b>	3.1 Ruídos aéreos exteriores 3.2 Ruídos aéreos entre habitações 3.3 Ruídos de percussão	Exigências/Requisitos acústicos
<b>4. Aspecto visual da envolvente exterior construída</b>	4.1 Fissuração dos revestimentos de fachada 4.2 Descoloração dos revestimentos da fachada 4.3 Queda e destacamento de revestimentos da fachada 4.4 Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade no revestimento de fachada 4.5 Eflorescências 4.6 Manchas de humidade nas fachadas 4.7 Vãos envidraçados (vidros partidos, mau funcionamento, peitoris fissurados, porosos, pingadeira inexistente ou incorrectamente executada, vidros partidos) 4.8 Inexistência/deficiência de funcionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais, elementos do sistema descascados, com corrosão, partidos, em falta 4.9 Revestimentos da cobertura/sistemas de impermeabilização/rufagem, incorrectamente executados e/ou danificados e/ou com acumulação de sujidade/vegetação	Exigências/Requisitos visuais
<b>5. Durabilidade e facilidade de manutenção</b>	5.1 Conservação dos materiais (edifício/fogo) 5.2 Conservação dos elementos construtivos e instalações (edifício/fogo) 5.3 Facilidade de manutenção e conservação (envolvente exterior construída e partes comuns)	Exigências/Requisitos de durabilidade

Além de constituírem exigências e requisitos a serem satisfeitos e verificados, de acordo com as normas referidas, são considerados como aspectos a serem avaliados os critérios de:

- conforto térmico;
- acústica;
- durabilidade e de manutenção,

através de vários métodos de avaliação de qualidade de projectos de habitação, referidos por Pereira (2004).

### 5.3.3. Análise multicritério

Os resultados das entrevistas são obtidos através da aplicação de um método de análise multicritério, aplicável a qualquer tipo de problema para o qual as decisões têm que ser tomadas com base em critérios múltiplos (MCDM-23).

Para a aplicação desta análise e depois de se terem definido os critérios principais e os critérios secundários de avaliação, procedeu-se à atribuição entre critérios principais e dentro de cada um destes a cada critério secundário de um determinado valor de ponderação, que define o grau de importância relativa de cada critério secundário e de cada critério principal na valoração do respectivo desempenho. Segue-se o cálculo da ponderação normalizada de cada um dos critérios secundários ( $w_i = p_i / \sum p_i$ ). A escala de ponderação utilizada, Quadro 5.12, é igual à escala de graduação a atribuir na valoração do desempenho, Quadro 5.13, de cada um dos critérios a avaliar. Estas escalas são iguais à escala de graduação estabelecida em 5.2.2, para a avaliação do GD, dos elementos funcionais da envolvente exterior. Assim trabalha-se sempre com as mesmas grandezas o que permitirá o melhor tratamento dos resultados.

Quadro 5.12 - Escala de ponderações (Adaptado de MCDM-23)

Graduação ( $p_i$ )	Ponderação a atribuir pelo avaliador segundo o grau de importância atribuído ao critério em comparação com o mais importante
10	De igual importância
9	
8	Menos importante
7	
6	Significativamente menos importante
5	
4	Sem importância
3	

Durante as entrevistas o entrevistado conjuntamente com o entrevistador atribui uma pontuação a cada critério secundário de acordo com a escala de valoração a atribuir ao desempenho<sup>38</sup> do critério em avaliação. Os critérios de atribuição desta valoração estão definidos no Anexo M.

Quadro 5.13 - Escala de valoração do desempenho

Valoração	ND
Excepcional sem necessidade de intervenção. Manter ou planejar acções de manutenção para manter o nível de conservação. Satisfaz plenamente.	10
Boa sem reserva. Acções de limpeza e manutenção corrente. Satisfaz plenamente.	9
Boa com alguma reserva. Acções de limpeza, manutenção e reparação dos elementos que apresentam indícios de degradação. Satisfaz bem.	8
Aceitável com necessidade de se proceder a acções de reabilitação ligeira. Satisfaz.	7
Aceitável, com necessidade de se proceder a acções de reabilitação moderada. Satisfaz.	6
Aceitável com necessidade de se proceder a acções de reabilitação profunda. Satisfaz pouco.	5
Situação inaceitável. Intervenção prioritária. Reabilitação excepcional. Não satisfaz.	4
Situação intolerável e sem possibilidade de reabilitação. Demolição/substituição. Não satisfaz.	3

ND - Nível de desempenho. Pontuação a atribuir pelos entrevistados.

A avaliação final do critério secundário será obtida através do produto:  $Ci = wi * ci$  (produto entre a ponderação normalizada e a avaliação atribuída), sendo a agregação dos resultados dos critérios secundários efectuada através do somatório de cada um destes resultados ponderados, obtendo-se assim a avaliação de cada critério principal (MCDM-23). Este método baseia-se no modelo do Processo de Análise Hierárquica (AHP), desenvolvido por Saaty (1980), referido por vários autores nomeadamente por Yannou e Limayem (2002).

Este método é aplicado ao nível de cada critério secundário para se obter a classificação do critério principal e novamente ao nível dos critérios principais para se obter a classificação global do edifício (MCDM-23). Assim a classificação global do edifício relativamente aos critérios principais definidos, será obtida seguindo os seguintes passos (Figura 5.2):

<sup>38</sup> Desempenho de uma obra, produto ou componente previsto para constituir um dos órgãos do edifício, é a quantificação das características desse componente que permitam avaliar a sua aptidão para satisfazer ou contribuir para a satisfação, das exigências funcionais desse órgão, nas condições reais de utilização. Será afinal a quantificação do comportamento de um produto em utilização (Lucas, 1985).

- atribuição de uma ponderação ( $p_i$ ) ao critério principal de acordo com os valores definidos no Quadro 5.12;
- cálculo da ponderação normalizada ( $W_i = p_i / \sum p_i$ ) de cada critério principal;
- atribuição da classificação final obtida para cada critério principal -  $C_i$ ;
- obtenção da classificação global de cada critério principal -  $W_i * C_i$ ;
- determinação da classificação global do edifício -  $\sum W_i * C_i$ .

Este valor global atribuído ao edifício representa o perfil de qualidade do respectivo desempenho, na perspectiva do utilizador, cuja metodologia de cálculo segue a do método Suíço SEL - Systeme d’Evaluation de Logements, referido por Pereira (2004), para o cálculo do “valor de utilização” do edifício.

Os valores obtidos são analisados e comparados segundo a escala de valoração do Quadro 5.13, cuja classificação, conjugada com a do nível de desempenho do edifício, definido no Quadro 5.14, permite determinar o nível de desempenho dos diferentes critérios de avaliação definidos, bem como do global do edifício, na óptica dos habitantes, e hierarquizar as intervenções a implementar sobre o edifício.

Quadro 5.14 - Nível de desempenho do edifício (ND)

Excelente	Muito bom	Bom	Satisfaz	Satisfaz pouco	Não satisfaz
$10 \geq ND \geq 9$	$9 > ND \geq 8$	$8 > ND \geq 7$	$7 > ND \geq 6$	$6 > ND \geq 5$	$5 > ND \geq 3$

Crítérios principais	Crítérios secundários	Ponderação (dada pelo avaliador) - pi	Ponderação normalizada $w_i = pi / \text{somatório } pi$	Pontuação - ci (dada pelo entrevistado)	Classificação final $(w_i) \times (c_i)$
1. Estantiquidade	1.1 Estantiquidade da cobertura à água	10	0,33	9	3,00
	1.2 Estantiquidade da fachada à água	10	0,33	8	2,67
	1.3 Estantiquidade dos elementos de cerramento dos vãos	10	0,33	5	1,67
	<b>Avaliação total do critério</b>	<b>30</b>	<b>1,00</b>		<b>7,33</b>
2. Condições higrotérmicas interiores	2.1 Conforto térmico Verão	8	0,22	6	1,30
	2.2 Conforto térmico Inverno	9	0,24	5	1,22
	2.3 Sobreaquecimento interior	6	0,16	7	1,14
	2.4 Humidade interior	7	0,19	5	0,95
	2.5 Condensações no interior	7	0,19	5	0,95
	<b>Avaliação total do critério</b>	<b>37</b>	<b>1,00</b>		<b>5,54</b>
3. Condições acústicas	3.1 Ruídos aéreos exteriores	6	0,27	4	1,09
	3.2 Ruídos aéreos entre habitações	8	0,36	4	1,45
	3.3 Ruídos de percussão	8	0,36	4	1,45
	<b>Avaliação total do critério</b>	<b>22</b>	<b>1</b>		<b>4,00</b>
4. Aspecto visual da envolvente exterior construída	4.1 Fissuração dos revestimentos de fachada	7	0,11	7	0,79
	4.2 Descoloração dos revestimentos da fachada	5	0,08	7	0,56
	4.3 Queda e destacamento de revestimentos da fachada	7	0,11	8	0,90
	4.4 Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade no revestimento de fachada	7	0,11	5	0,54
	4.5 Eflorescências	5	0,08	7	0,56
	4.6 Manchas de humidade nas fachadas	7	0,11	8	0,90
	4.7 Vãos envidraçados (vidros partidos, mau funcionamento, peitoris fissurados, porosos, pingadeira inexistente ou incorrectamente executada, vidros partidos)	8	0,13	5	0,65
	4.8 Inexistência/deficiência de funcionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais, elementos do sistema descascados, com corrosão, partidos, em falta	8	0,13	7	0,90
	4.9 Revestimentos da cobertura/sistemas de impermeabilização/rufagem, incorrectamente executados e/ou danificados e/ou com acumulação de sujidade/vegetação	8	0,13	7	0,90
	<b>Avaliação total do critério</b>	<b>62</b>	<b>1,00</b>		<b>6,74</b>
	5.1 Conservação dos materiais (edifício/fogo)	7	0,32	5	1,59
	5.2 Conservação dos elementos construtivos e instalações (edifício/fogo)	8	0,36	5	1,82
	5.3 Facilidade de manutenção e conservação (envolvente externa construída e partes comuns)	7	0,32	5	1,59
	<b>Avaliação total do critério</b>	<b>22</b>	<b>1,00</b>		<b>5,00</b>
5. Durabilidade e facilidade de manutenção	<b>Agregação da classificação de cada critério principal num valor global</b>				
		Ponderação (dada pelo avaliador) - pi	Ponderação normalizada $W_i = pi / \text{somatório } pi$	Classificação final $C_i = (w_i) \times (c_i)$	Classificação global $(W_i) \times (C_i)$
	Estantiquidade	10	0,25	7,3	1,83
	Condições higrotérmicas interiores	9	0,23	5,5	1,25
	Condições acústicas	8	0,20	4,0	0,80
	Aspecto visual	6	0,15	6,7	1,01
	Durabilidade	7	0,18	5,0	0,88
	<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>1,00</b>		<b>5,77</b>

Figura 5.2- Matriz de base para as entrevistas<sup>39</sup>

O tratamento do resultado das entrevistas está apresentado no ponto 6.3.3.

#### 5.3.4. Justificação da atribuição dos coeficientes de ponderação

Definidos os critérios de avaliação para se obter o grau de degradação do edifício e as respectivas escalas de valoração, passou-se à atribuição de um valor de ponderação a cada critério, após se ter analisado a importância de cada um para o grau de degradação do edifício, bem como a importância relativa entre eles.

A atribuição de um valor de ponderação a cada critério principal e a cada critério secundário foi feita tendo por base a opinião de um conjunto de especialistas do sector e de um conjunto de moradores. Tendo como referência o Quadro 5.12, no qual se definiu a escala de ponderações a atribuir foi pedido a um grupo de especialistas do meio académico e do LNEC e a técnicos de Câmaras Municipais (directamente relacionados com a gestão dos empreendimentos de habitação social), que atribuissem a ponderação a cada um dos critérios principais definidos,

<sup>39</sup> Anexo N.



tendo em atenção a importância relativa entre cada um. Após este exercício foi-lhes também solicitado a atribuição das respectivas ponderações a cada um dos critérios secundários tendo presente a importância relativa de cada um dentro de cada critério principal. Obtiveram-se 23 respostas tendo-se adoptado os valores médios do conjunto de respostas, depois de se terem comparado as médias de cada grupo e não se terem verificado diferenças significativas.

Para se poder verificar se existem diferenças significativas entre a importância relativa atribuída pelos técnicos/especialistas e pelos moradores, foi solicitado a um grupo de 20 moradores, escolhidos aleatoriamente durante as entrevistas efectuadas, que se pronunciassem sobre a atribuição dos valores de ponderação referidos. Assim poder-se-á verificar se, quer nos resultados das entrevistas quer no resultado das avaliações de campo, existem diferenças nos resultados quando se aplica as ponderações de técnicos/especialistas ou de moradores, bem como verificar, se as prioridades de intervenção e as exigências relativas ao desempenho do edifício divergem ou convergem.

No tratamento dos valores recolhidos junto destes grupos, para a obtenção do peso a atribuir a cada critério recorreu-se à média aritmética.

Procedeu-se também à análise dos coeficientes de ponderação considerados nos três métodos seguintes que utilizam a análise multicritério (Quadro 5.15):

- o caso de estudo Villa 2000 apresentado em Sarja (2005-b), que usa uma escala de ponderação de 1 a 5, em que o critério mais importante recebe a ponderação 5;
- o MCDM - 23, que usa uma escala de ponderação de 1 a 10, que se traduz efectivamente numa escala de 4 a 10, em que o critério mais importante recebe a ponderação 10;
- o MAEC, elaborado no âmbito da regulamentação do NRAU, em cujo cálculo do IA - índice de anomalias, se entra com ponderações de 1 a 6, que foram sugeridas por um conjunto de especialistas do LNEC e de entidades exteriores.

Os dois primeiros métodos têm por objectivo comparar soluções de projecto que visam, respectivamente, a optimização do LCC e da eficiência energética, estando interligados e sendo utilizados simultânea e complementarmente.

Quadro 5.15 - Coeficientes de ponderação do estudo de caso Villa 2000 e do MCDM-23

<b>CrITÉrios principais</b>	<b>Ponderação (Escala de 1 a 5)</b>	<b>Fonte</b>	<b>Conversão /Utilização (Escala de 1 a 10)</b>
Condições higrotérmicas interiores referido como conforto térmico nos métodos referidos	4	Case: Villa 2000	8
		MCDM-23	7
Condições acústicas referidas como conforto acústico nos métodos referidos	3	Case: Villa 2000	6
		MCDM-23	7
Durabilidade e facilidade de manutenção da envolvente exterior que se insere no critério funcionalidade (manutenção) nos métodos referidos	2	Case: Villa 2000	4
		MCDM-23	10
Economia			
Custos de operação	4	Case: Villa 2000	8
		MCDM-23	8
Custos de manutenção	2	Case: Villa 2000	4
		MCDM-23	7
Despesas com energia	5	Case: Villa 2000	10
		MCDM-23	5
Despesas com água	1	Case: Villa 2000	2
		MCDM-23	5

O MAEC utilizou uma escala de ponderações que varia de 1 a 6, cujos valores definem a importância relativa de cada elemento funcional no cálculo do índice de anomalias (IA), conforme indicado no Quadro 5.16, que foram atribuídos por um conjunto de especialistas do LNEC e de entidades externas, a cada um dos elementos funcionais a avaliar, conforme é indicado no Quadro 5.17.

Quadro 5.16 - Escala de ponderações do MAEC (Adaptado de MAEC, 2006)

<b>Ponderação</b>	<b>Importância relativa entre elementos funcionais</b>
6 ou 5	Elementos funcionais muito importantes
4 ou 3	Elementos funcionais importantes
2 ou 1	Elementos funcionais pouco importantes

Quadro 5.17 - Coeficientes de ponderação atribuídos aos critérios de avaliação - MAEC  
(Adaptado de MAEC, 2006)

Elementos Funcionais	Ponderação
<b>Edifício</b>	
1. Estrutura	6
2. Cobertura	5
3. Elementos salientes	3
<b>Outras partes comuns</b>	
4. Paredes	3
5. Revestimentos de pavimentos	2
6. Tectos	2
7. Escadas	3
8. Caixilharia e portas	2
9. Dispositivos de protecção contra queda	3
10. Instalação de distribuição de água	1
11. Instalação de drenagem de águas residuais	1
12. Instalação de gás	1
13. Instalação eléctrica e de iluminação	1
14. Instalações de telecomunicações e contra a intrusão	1
15. Instalação de ascensores	3
16. Instalação de segurança contra incêndio	1
17. Instalação de evacuação de lixo	1
<b>Locado</b>	
18. Paredes exteriores	5
19. Paredes interiores	3
20. Revestimentos de pavimentos exteriores	2
21. Revestimentos de pavimentos interiores	4
22. Tectos	4
23. Escadas	4
24. Caixilharia e portas exteriores	5
25. Caixilharia e portas interiores	3
26. Dispositivos de protecção de vãos	2
27. Dispositivos de protecção contra queda	4
28. Equipamento sanitário	3
29. Equipamento de cozinha	3
30. Instalação de distribuição de água	3
31. Instalação de drenagem de águas residuais	3
32. Instalação de gás	3
33. Instalação eléctrica	3
34. Instalações de telecomunicações e contra a intrusão	1
35. Instalação de ventilação	2
36. Instalação de climatização	2
37. Instalação de segurança contra incêndio	2

O MAEC atribui o valor da ponderação máxima, 6, apenas à apreciação das anomalias da estrutura do edifício e a ponderação 5 aos elementos funcionais da cobertura, paredes exteriores e caixilharia e portas exteriores do fogo.

Quanto ao conforto térmico e acústico, durabilidade e facilidade de manutenção, o MAEC nada refere.

Da recolha e tratamento dos coeficientes de ponderação atribuídos pelo grupo de técnicos/especialistas e pelo grupo de moradores, obtiveram-se os valores médios (arredondados à unidade) para cada critério principal e respectivos critérios secundários que constam no Quadro 5.18 e no Quadro 5.19.

Quadro 5.18 - Coeficientes de ponderação atribuídos por grupo de técnicos/especialistas

<b>Crítérios principais</b>	<b>Crítérios secundários</b>	<b>Ponderação por grau de importância - pi</b>
<b>1. Estanquidade (10)</b>	1.1 Estanquidade da cobertura à água	10
	1.2 Estanquidade da fachada à água	9
	1.3 Estanquidade dos elementos de cerramento dos vãos	9
<b>2. Condições higrotérmicas interiores (8)</b>	2.1 Conforto térmico Verão	9
	2.2 Conforto térmico Inverno	9
	2.3 Sobreaquecimento interior	8
	2.4 Humidade interior	8
	2.5 Condensações no interior	9
<b>3. Condições acústicas (8)</b>	3.1 Ruídos aéreos exteriores	8
	3.2 Ruídos aéreos entre habitações	9
	3.3 Ruídos de percussão	8
<b>4. Aspecto visual da envolvente exterior construída (7)</b>	4.1 Fissuração dos revestimentos de fachada	8
	4.2 Descoloração dos revestimentos da fachada	7
	4.3 Queda e destacamento de revestimentos da fachada	8
	4.4 Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade no revestimento de fachada	7
	4.5 Eflorescências	7
	4.6 Manchas de humidade nas fachadas	8
	4.7 Vãos envidraçados (vidros partidos, mau funcionamento, peitoris fissurados, porosos, pingadeira inexistente ou incorrectamente executada)	8
	4.8 Inexistência/deficiência de funcionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais, elementos do sistema descascados, com corrosão, partidos, em falta	9
	4.9 Revestimentos da cobertura/sistemas de impermeabilização/rufagem, incorrectamente executados e/ou danificados e/ou com acumulação de sujidade/vegetação	9
<b>5. Durabilidade e facilidade de manutenção (8)</b>	5.1 Conservação dos materiais (edifício/fogo)	8
	5.2 Conservação dos elementos construtivos e instalações (edifício/ fogo)	9
	5.3 Facilidade de manutenção e conservação (envolvente exterior construída e partes comuns)	8

Quadro 5.19 - Coeficientes de ponderação atribuídos por grupo de moradores

Critérios principais	Critérios secundários	Ponderação por grau de importância - pi
<b>1. Estanquidade (10)</b>	1.1 Estanquidade da cobertura à água	10
	1.2 Estanquidade da fachada à água	10
	1.3 Estanquidade dos elementos de cerramento dos vãos	10
<b>2. Condições higrotérmicas interiores (9)</b>	2.1 Conforto térmico Verão	8
	2.2 Conforto térmico Inverno	9
	2.3 Sobreaquecimento interior	6
	2.4 Humidade interior	7
	2.5 Condensações no interior	7
<b>3. Condições acústicas (8)</b>	3.1 Ruídos aéreos exteriores	6
	3.2 Ruídos aéreos entre habitações	8
	3.3 Ruídos de percussão	8
<b>4. Aspecto visual da envolvente exterior construída (6)</b>	4.1 Fissuração dos revestimentos de fachada	7
	4.2 Descoloração dos revestimentos da fachada	5
	4.3 Queda e destacamento de revestimentos da fachada	7
	4.4 Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade no revestimento de fachada	7
	4.5 Eflorescências	5
	4.6 Manchas de humidade nas fachadas	7
	4.7 Vãos envidraçados (vidros partidos, mau funcionamento, peitoris fissurados, porosos, pingadeira inexistente ou incorrectamente executada)	8
	4.8 Inexistência/deficiência de funcionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais, elementos do sistema descascados, com corrosão, partidos, em falta	8
	4.9 Revestimentos da cobertura/sistemas de impermeabilização/rufagem, incorrectamente executados e/ou danificados e/ou com acumulação de sujidade/vegetação	8
<b>Durabilidade e facilidade de manutenção (7)</b>	5.1 Conservação dos materiais (edifício/fogo)	7
	5.2 Conservação dos elementos construtivos e instalações (edifício/ fogo)	8
	5.3 Facilidade de manutenção e conservação (envolvente exterior construída e partes comuns)	7

Efectuando a comparação entre os valores atribuídos pelos três grupos verifica-se que o grupo dos especialistas universitários/LNEC e o grupo de técnicos atribuíram valores de ponderação de forma mais homogénea e na generalidade com valores acima daqueles que o grupo de moradores atribuiu. Relativamente, estes valorizam mais as condições de estanquidade e de conforto térmico e menos as questões relacionadas com a avaliação do aspecto visual, durabilidade e facilidade de manutenção. Esta diferença deve-se ao facto dos moradores se terem pronunciado com o conhecimento dos edifícios e a vivência nas habitações, traduzindo

aquilo que para eles é mais importante em termos de desempenho e de habitabilidade. Os especialistas pronunciaram-se sem conhecimento da qualidade e desempenho dos edifícios. Por outro lado os técnicos das câmaras apesar de conhecerem os imóveis, atribuem a importância relativa entre os critérios de avaliação, de forma muito próxima dos especialistas. Assim decidiu-se pela escolha da série de valores de ponderação atribuídos pelos moradores, já que traduzem um conhecimento mais profundo dos imóveis em termos do seu desempenho efectivo.

Apresenta-se na Figura 5.3 um gráfico comparativo entre as médias das ponderações atribuídas por cada um dos grupos referidos, a cada critério de avaliação, no qual se visualiza o que se referiu anteriormente.

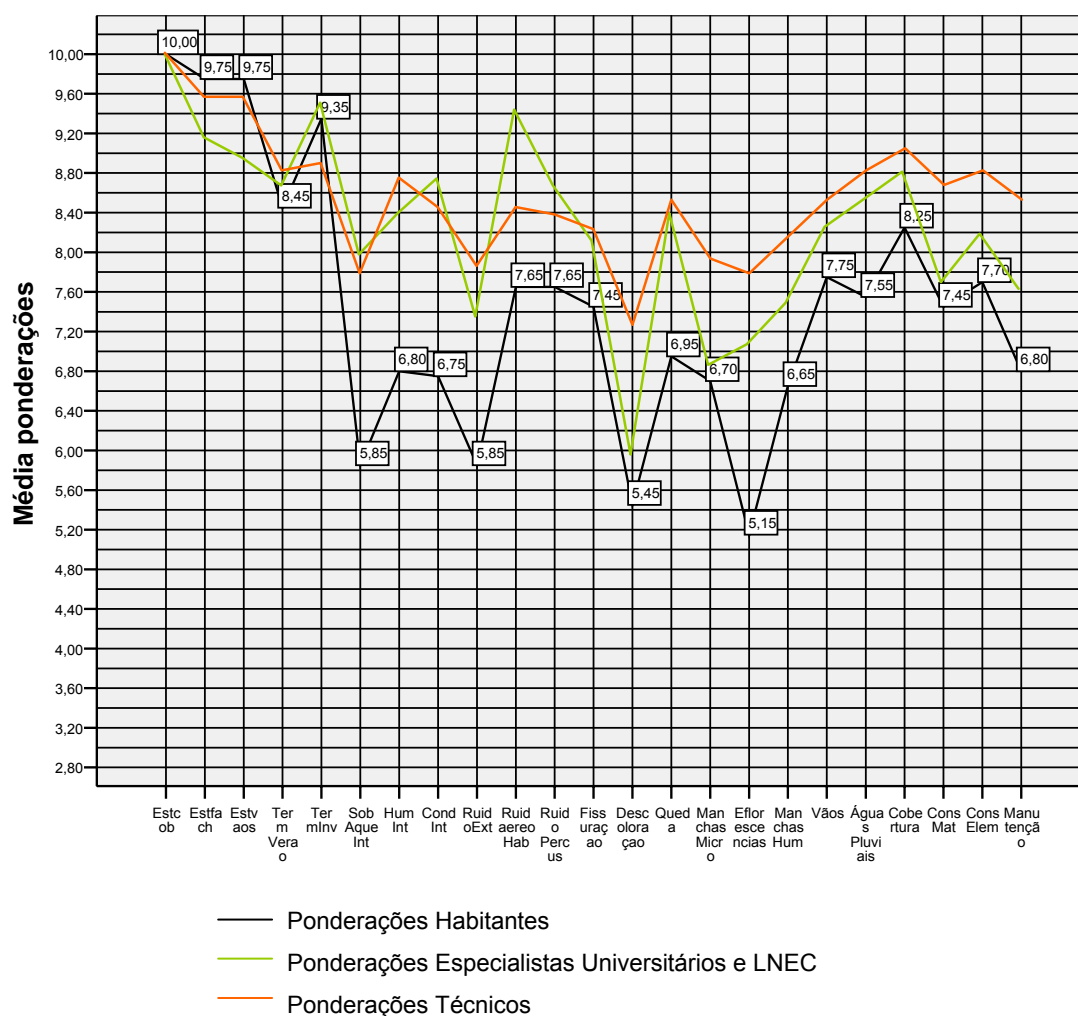


Figura 5.3 - Valores médios das ponderações

#### 5.4 MODELO DE AGREGAÇÃO COM PONDERAÇÕES

Dado que o modelo de agregação de resultados apresentado no ponto 5.2.3, não tem em conta o grau de importância relativa entre os critérios avaliados, utilizou-se o método de análise multicritério, aplicado às entrevistas realizadas, para se obter o valor do Índice de Avaliação dos edifícios, tendo-se em conta as ponderações atribuídas pelos moradores e pelos técnicos.

Assim, reduziu-se a matriz de cálculo, aplicada para a obtenção dos resultados das entrevistas, aos critérios um e quatro da respectiva matriz de avaliação, dado que na observação visual dos edifícios, avaliou-se directamente a envolvente exterior e indirectamente, através das entrevistas e observação dos apartamentos, o desempenho dos edifícios no que respeita à estanquidade da cobertura, das fachadas e dos vãos envidraçados (Figura 5.4). Na atribuição da valoração nas observações de campo utilizaram-se os critérios estabelecidos para o efeito na escala de graduação (Anexo H). Na atribuição da valoração dos critérios de avaliação foi cruzada a informação recolhida nas observações visuais e nas entrevistas realizadas no edifício. Foi então introduzida na matriz os valores obtidos através da observação visual, à qual se aplicaram para cada edifício as ponderações atribuídas pelos moradores e pelos técnicos. Dado que as diferenças entre as ponderações dos dois grupos não é significativa, as valorações obtidas são iguais. Aplicou-se então, conforme já referido anteriormente, o conjunto de valores médios das ponderações atribuídas pelos moradores.

Critérios principais	Critérios secundários	Ponderação (dada pelo avaliador) - pi	Ponderação normalizada wi= pi/somatório pi	Pontuação - ci (dada pelo entrevistado)	Classificação final	
					(wi) x (ci)	
1. Estanquidade	1.1 Estanquidade da cobertura à água	10	0,33	8	2,67	
	1.2 Estanquidade da fachada à água	10	0,33	7	2,33	
	1.3 Estanquidade dos elementos de cerramento dos vãos	10	0,33	5	1,67	
	<b>Avaliação total do critério</b>	<b>30</b>	<b>1,00</b>		<b>6,67</b>	
2. Aspecto visual da envolvente exterior construída	2.1 Fissuração dos revestimentos de fachada	7	0,11	6	0,68	
	2.2 Descoloração dos revestimentos da fachada	5	0,08	9	0,73	
	2.3 Queda e destacamento de revestimentos da fachada	7	0,11	8	0,90	
	2.4 Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade no revestimento de fachada	7	0,11	8	0,90	
	2.5 Eflorescências	5	0,08	9	0,73	
	2.6 Manchas de humidade nas fachadas	7	0,11	7	0,79	
	2.7 Vãos envidraçados (vidros partidos, mau funcionamento, peitoris fissurados, porosos, pingadeira inexistente ou incorrectamente executada, vidros partidos)	8	0,13	5	0,65	
	2.8 Inexistência/deficiência de funcionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais, elementos do sistema descascados, com corrosão, partidos, em falta	8	0,13	7	0,90	
	2.9 Revestimentos da cobertura/sistemas de impermeabilização/rufagem, incorrectamente executados e/ou danificados e/ou com acumulação de sujidade/vegetação	8	0,13	8	1,03	
	<b>Avaliação total do critério</b>	<b>62</b>	<b>1,00</b>		<b>7,31</b>	
<b>Agregação da classificação de cada critério principal num valor global</b>		<b>Ponderação (dada pelo avaliador) - pi</b>	<b>Ponderação normalizada Wi= pi/somatório pi</b>	<b>Classificação final Ci=(wi) x (ci)</b>	<b>Classificação global (Wi) x (Ci)</b>	
Estanquidade		10	0,63	6,7	4,17	
Aspecto visual		6	0,38	7,3	2,74	
<b>Total</b>		<b>16</b>	<b>1,00</b>		<b>6,91</b>	

Figura 5.4 - Matriz utilizada na obtenção do IA (índice de avaliação do edifício) relativamente às valorações atribuídas durante a observação visual<sup>40</sup>

<sup>40</sup> Anexo N.

### 5.5 CORRELAÇÃO ENTRE O MÉTODO DESENVOLVIDO E O MAEC

Pela pesquisa efectuada verifica-se:

- a existência de métodos de avaliação que se aplicam a um determinado elemento funcional dos edifícios, expostos no Capítulo 4;
- a aplicação dos métodos de avaliação do estado de conservação de edifícios (INE) ou de locados (MAEC), com objectivos estatísticos e com objectivos de actualização de rendas, respectivamente (ponto 4.3 e 4.4);
- que não existe um único método que reúna e sistematize as diversas metodologias existentes e do qual resulte uma avaliação do edifício e dos critérios de avaliação definidos, de forma objectiva.

Pretende-se pois que o método desenvolvido neste trabalho, através da avaliação de critérios previamente definidos permita, por aplicação de escalas de valoração mais objectivas, determinar o grau de degradação global do parque edificado de arrendamento público, assim como o grau de degradação dos critérios de avaliação definidos.

Analisou-se a correspondência entre os elementos funcionais apreciados no âmbito do MAEC e os critérios de avaliação estabelecidos pela metodologia desenvolvida para a aplicação das entrevistas, através das matrizes de correspondência, da Figura 5.5 e Figura 5.6. Nestas figuras a numeração de 1 a 17 e de 18 a 37, corresponde à numeração dos critérios funcionais avaliados pelo MAEC, descritos no Quadro 5.17. A numeração de 1.1 a 5.3 corresponde aos critérios secundários estabelecidos, pela metodologia desenvolvida, para se determinar o nível de desempenho de cada um dos critérios principais de avaliação estabelecidos, descritos no Quadro 5.11.

Através destas matrizes verifica-se que a metodologia desenvolvida engloba a avaliação dos elementos funcionais considerados pelo MAEC mais a avaliação dos critérios relacionados com as condições higrotérmicas, acústicas e de durabilidade e manutenção.



[illegible]

Figura 5.5- Matriz de correspondência 1

[illegible]

Figura 5.6- Matriz de correspondência 2

Conforme se referiu no ponto 4.4, o novo regime de arrendamento urbano (NRAU), só permite a actualização das rendas, caso o nível de conservação do locado não seja inferior a 3. Obriga assim a que os proprietários procedam à determinação do nível de conservação do locado, antes de poderem efectuar a actualização das rendas.

Para se obter uma correspondência entre os resultados obtidos nas entrevistas e os resultados obtidos pelo MAEC (referido no ponto 4.4), estabeleceu-se uma correspondência entre o nível de desempenho do edifício, obtido pelo método desenvolvido, o estado e níveis de conservação obtidos pelo MAEC, conforme consta no Quadro 5.20.

Quadro 5.20 - Correspondência entre grau de degradação e o estado de conservação (MAEC, 2006; Portaria n.º 1192 - B/2006, de 3 de Novembro).

Nível de anomalias (MAEC)	Muito ligeiras	Ligeiras	Médias	Graves	Muito graves
Índice de anomalias (MAEC)	$5,0 \geq IA \geq 4,5$	$4,50 > IA > 3,5$	$3,5 \geq IA > 2,5$	$2,5 \geq IA > 1,5$	$1,5 \geq IA \geq 1,0$
Estado de Conservação (NRAU)	Excelente	Bom	Médio	Mau	Péssimo
Nível de conservação (NRAU)	5	4	3	2	1
Cc (NRAU)	1,2	1,0	0,9	0,7	0,5
Nível de Desempenho dos edifícios ND	$10,0 \geq ND > 8,5$	$8,5 \geq ND > 7,0$	$7,0 \geq ND > 5,5$	$5,5 \geq ND > 4,0$	$4,0 \geq ND \geq 3,0$

Nota: IA - Índice de anomalias (MAEC); CC - Coeficiente de conservação do locado (NRAU); ND - Nível de desempenho dos edifícios (obtido através da aplicação de entrevistas aos moradores).

Obtiveram-se assim correlações lineares fortes, com  $R^2=0,99$ , entre o Cc (NRAU), o IA (MAEC), o nível de conservação (NRAU) e o ND obtido pelo desenvolvimento deste trabalho, conforme a Figura 5.7, a Figura 5.8 e a Figura 5.9, podendo-se assim obter a correspondência entre estas três classificações, através da determinação do Nível de Desempenho dos edifícios (ND).

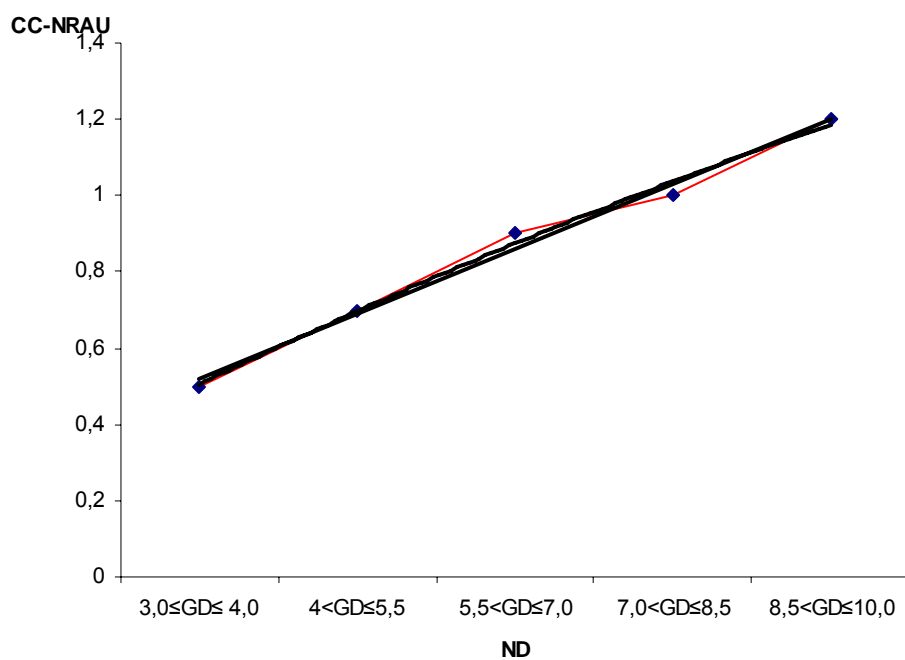


Figura 5.7 - Correlação entre o coeficiente de conservação (NRAU) e o nível de desempenho dos edifícios (ND)

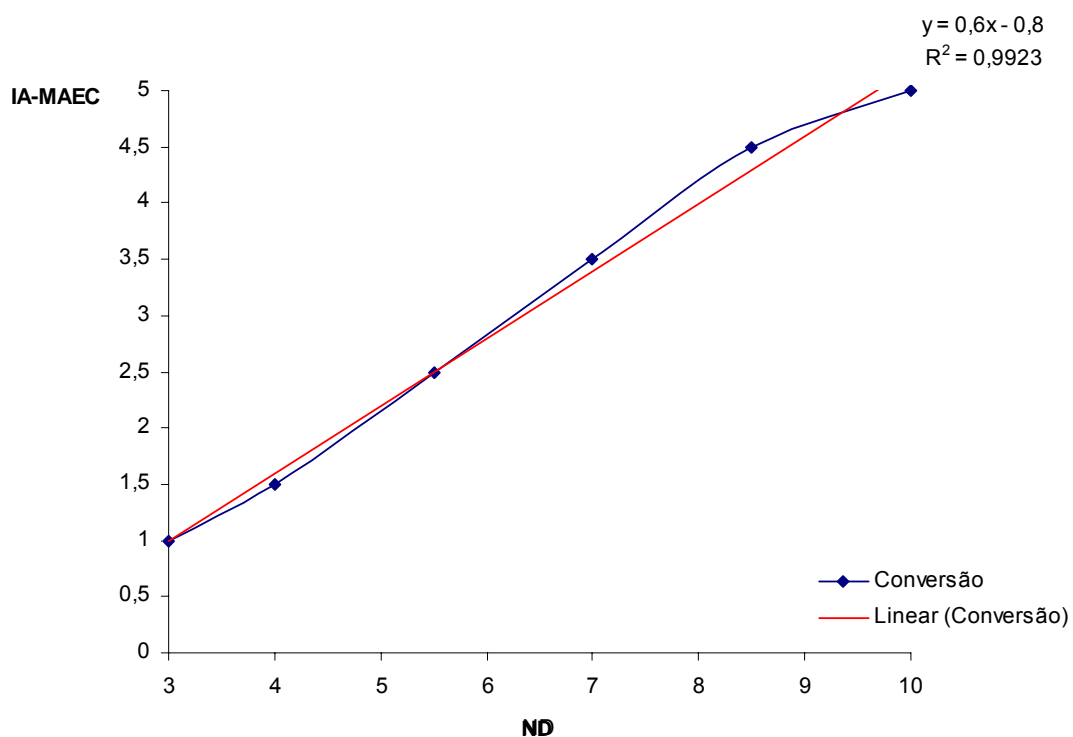


Figura 5.8 - Correlação entre o índice de anomalias (MAEC) e o nível de desempenho dos edifícios (ND)

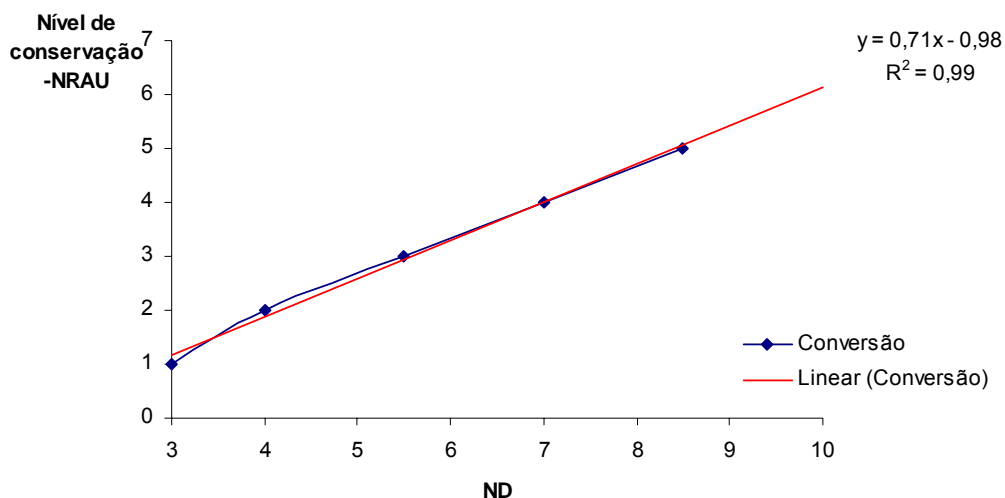


Figura 5.9 - Correlação entre o nível de conservação (NRAU) e o nível de desempenho dos edifícios (ND)

Dada a obrigatoriedade legal de utilização do MAEC, no âmbito da actualização das rendas (novo NRAU), pretende-se através dos resultados das entrevistas, converter-se os valores obtidos para o Nível de Desempenho do edifício em valores de estado e de níveis de conservação, do NRAU, estimando-se assim se aquele edifício/fogo pode ou não ser objecto de actualização da renda e sob que coeficiente de conservação (ponto 6.3.4).

# ***CAPÍTULO 6***

## **Investigação de Campo**



## 6. INVESTIGAÇÃO DE CAMPO

### 6.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

**Universo/População:** edifícios de habitação colectiva, construídos a custos controlados, sob o regime de arrendamento público.

**Amostra:** edifícios de habitação colectiva sob o regime de arrendamento público, geridos pelos municípios do distrito de Aveiro.

Por contacto directo, verificou-se que dos dezanove concelhos do Distrito de Aveiro, apenas doze municípios eram detentores de edifícios de habitação social, sob o regime de arrendamento público.

Destes doze municípios, 4 não responderam ao pedido de colaboração efectuado, para a realização do diagnóstico das anomalias nos edifícios e entrevistas aos moradores e gestores dos mesmos.

A amostra é constituída por 27 empreendimentos, 52 edifícios, 138 blocos e 1276 fogos (Quadro 6.1).

Os edifícios têm três (rés-do-chão + dois) ou quatro (rés-do-chão + três) pisos de habitação, em que cada edifício é composto por um ou mais blocos (um bloco corresponde a uma entrada do edifício), com geometria regular.



Figura 6.1 - Fotografias de alguns dos empreendimentos



Quadro 6.1 - Caracterização da amostra

Concelho/Local	N.º de Pisos	Data	N.º de Empreendimentos	N.º de Edifícios	N.º de Blocos	N.º de Fogos
Ovar - Saboga	4	1981	1	3	9	72
Ovar - Esmoriz I	4	1981	1	3	9	72
Ovar - Esmoriz II	4	1981	1	2	6	48
Mealhada - Póvoa	4	1982	1	1	3	24
Aveiro - Santiago	4	1990-93	1	10	23	443
Aveiro - Caião	4	2003	1	1	1	9
Sever do Vouga	3	1990	1	1	4	24
Estarreja-Teixugueira	4	1993	1	2	3	48
Vagos - Pedro Guimarães	3	1997-2001	1	1	2	24
Oliv. Azeméis- Quinta Lações	4	2001	1	1	5	40
Feira - Riomeão	4	2000	1	1	4	22
Feira - Balteiro	4	2000	1	1	2	16
Feira-Guisande	3	2001	1	1	3	18
Feira - Paços Brandão	3	2001	1	2	7	42
Feira - Canedo	3	2001	1	1	4	24
Feira - Caldas de S. Jorge	3	2001	1	1	4	24
Feira - Fiães Souto	4	2001	1	1	4	32
Feira - S. Miguel Souto	3	2001	1	2	5	30
Feira - Escapães	3	2001	1	1	4	24
Feira - Milheiros de Poiares	3	2001	1	2	5	30
Feira - Arrifana	3	2001	1	2	4	24
Feira - Fiães Ferradal	3	2001	1	3	9	54
Feira - Lourosa Cadinha	3	2002	1	2	4	24
Feira - Lobão	3	2003	1	2	6	36
Feira - S. João de Ver	3	2003	1	1	3	18
Feira - Mozelos	3	2004	1	2	4	24
Feira - S. Paio de Oleiros	3	2004	1	2	5	30
Total			27	52	138	1276

Nota - Um bloco corresponde a uma entrada do edifício.

A data corresponde à data do final da construção e início da utilização.

Foi elaborada uma base de dados na qual se registaram elementos relativos a cada empreendimento, dos quais se apresenta uma ficha no Anexo O.

Todos os edifícios foram construídos com estrutura reticulada em betão armado, lajes pré-esforçadas, paredes duplas em tijolo cerâmico 15+11 ou 11+11 com caixa de ar, com excepção do empreendimento de Aveiro - Santiago em que as paredes exteriores da fachada principal e posterior são em painéis pré-fabricados de betão armado. As caixilharias são em alumínio anodizado à cor natural ou termolacado, não certificadas, com vidro simples incolor. Relativamente aos vidros existem duas excepções que apresentam vidro duplo, o Caião e Sever do Vouga. No primeiro caso o projecto de verificação da conformidade com o Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), levou à colocação de vidro

duplo e, no segundo caso, devido à substituição das caixilharias das janelas, optou-se pela colocação de janelas com vidros duplos.

O registo de dados para se efectuar a respectiva análise, efectuou-se edifício a edifício, com excepção de Vagos em que se tem no mesmo edifício 2 blocos, um concluído em 1997 e o outro em 2001, apresentando diferenças relativamente à extensão e gravidade das anomalias observadas. Deste modo, na análise de dados, aparecem 53 casos observados e não 52 (número de edifícios). Na amostra estudada definiram-se cinco escalões etários segundo a data do final da construção/início da utilização dos edifícios, verificando-se na Figura 6.2, que a maioria dos edifícios da amostra estudada foram construídos após 1996. Inicialmente tinha-se previsto o estudo dos edifícios construídos após 1971, porém, na amostra considerada, não existem edifícios construídos entre 1971 e 1980, que constituiriam o sexto escalão.

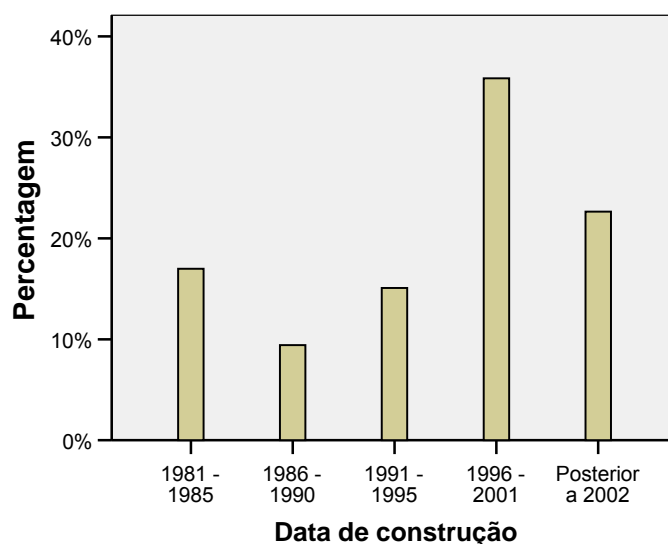


Figura 6.2 - Percentagem de edifícios construídos por data de construção

Da análise descritiva dos dados, apresentados no Quadro 6.2 e na Figura 6.3, verifica-se que 47,2 % dos casos têm cobertura plana invertida, sendo a respectiva data de construção posterior a 1996. Efectivamente, neste intervalo de tempo, predominam edifícios concluídos no ano 2000 e seguintes. O revestimento com telha de fibrocimento predominou nos edifícios concluídos entre 1981-1985. Os dois casos que apresentam revestimento da cobertura em telha tipo *sandwich*, tinham a cobertura revestida com telhas de fibrocimento, tendo sido substituídas em acções recentes de reabilitação.

Quadro 6.2 - Tipo e revestimento de cobertura por data de construção

			Data de construção					Total
			Posterior a 2002	1996 - 2001	1991 - 1995	1986 - 1990	1981 - 1985	
Tipo e revest. de cobertura	Plana invertida	N.º de casos	12	13	0	0	0	25
		% - Data construção	100,0%	68,4%	0%	0%	0%	47,2%
	Inclinada com telha tipo <i>sandwiche</i>	N.º de casos	0	0	2	0	0	2
		% - Data construção	0%	0%	25,0%	0%	0%	3,8%
	Inclinada com telha de fibrocimento	N.º de casos	0	3	0	0	9	12
		% - Data construção	0%	15,8%	0%	0%	100,0%	22,6%
	Inclinada com telha cerâmica	N.º de casos	0	3	6	5	0	14
		% - Data construção	0%	15,8%	75,0%	100,0%	0%	26,4%
Total		Nº de casos	12	19	8	5	9	53
		% - Data construção	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

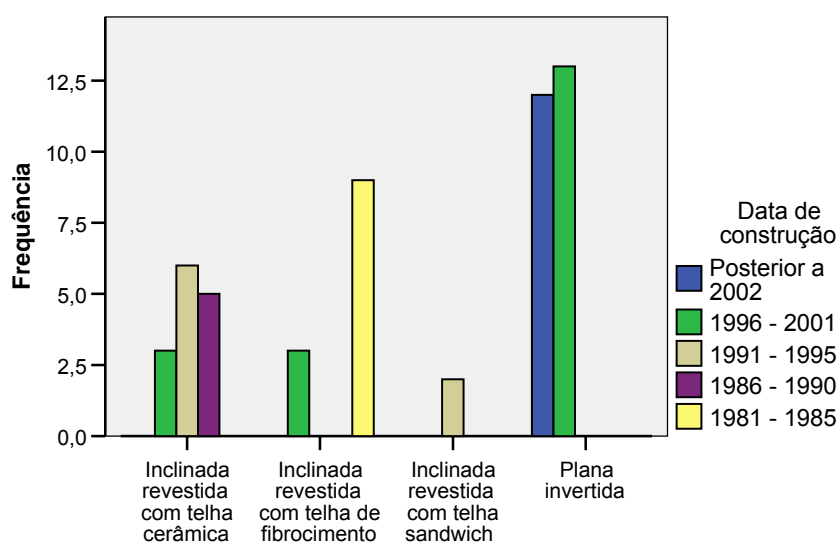


Figura 6.3 - Tipo e revestimento de cobertura: incidência por data de construção

Quanto ao revestimento exterior das fachadas identificaram-se, na amostra, os seis tipos indicados no Quadro 6.3, verificando-se que o recurso às monomassas predomina nos edifícios com data posterior a 1996 (Figura 6.4), tal como as coberturas planas invertidas.

Quadro 6.3 - Tipo de revestimento de fachada por data de construção

			Data de construção					Total
			Posterior a 2002	1996 - 2001	1991 - 1995	1986 - 1990	1981 - 1985	
Revest. de fachada	Reboco tradicional	N.º de casos	1	2	2	1	1	7
		% - Data construção	8,3%	10,5%	25%	20%	11,1%	13,2%
	Monomassa acabamento tradicional e revestimento cerâmico	N.º de casos	11	15	0	0	0	26
		% - Data construção	91,7%	78,9%	0%	0%	0%	49,1%
	Monomassa acabamento pedra granulada, revest. cerâmico e elementos de betão à vista	N.º de casos	0	1	0	0	0	1
		% - Data construção	0%	5,3%	0%	0%	0%	1,9%
	Monomassa acabamento de pedra britada	N.º de casos	0	1	0	0	0	1
		% - Data construção	0%	5,3%	0%	0%	0%	1,9%
	Painéis de betão pré- fabricados pintados e reboco tirolês pintado no soco	N.º de casos	0	0	6	4	0	10
		% - Data construção	0%	0%	75,0%	80,0%	0%	18,9%
	Reboco tradicional e elementos em betão	N.º de casos	0	0	0	0	8	8
		% - Data construção	0%	0%	0%	0%	88,9%	15,1%
Total		N.º de casos	12	19	8	5	9	53
		% - Data construção	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

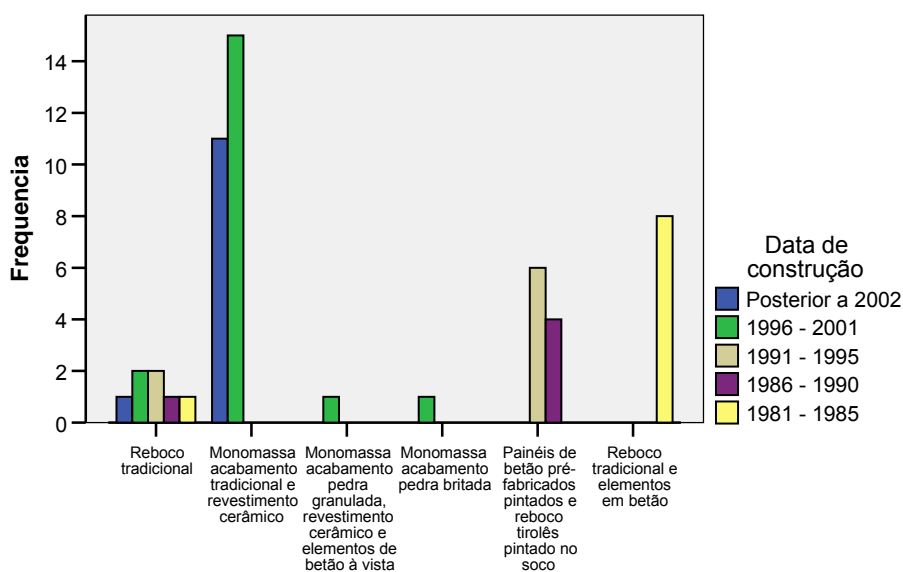


Figura 6.4 - Tipo de revestimento de fachadas: incidência por data de construção

Do cruzamento de dados apresentados no Quadro 6.4, verifica-se que o conjunto de 24 edifícios com cobertura plana invertida, revestidos a monomassas com acabamento tradicional, conjugado com áreas de fachada revestidas com revestimento cerâmico, é de construção muito recente. Este conjunto de edifícios resultou da execução de um projecto comum constituído por três pisos de habitação, incluindo o rés-do-chão, em que cada edifício é composto por dois ou mais blocos.

Os 8 edifícios datados de 1981-1985, com cobertura inclinada revestida com telhas de fibrocimento e fachadas revestidas com reboco tradicional, com elementos de betão à vista, foram construídos pelo ex-IGAPHE, segundo um projecto comum, apresentando por isso, as mesmas características construtivas. O nono edifício que aparece neste grupo, com cobertura inclinada revestida com telhas de fibrocimento e fachadas revestidas com reboco tradicional, foi também construído pelo ex-IGAPHE, porém, segundo um projecto diferente do anterior. Este edifício apresenta uma platibanda em toda a envolvente da cobertura executada em elementos de betão pré-fabricado.

O conjunto de 10 edifícios com cobertura inclinada revestida com telha cerâmica e com fachadas principais em painéis de betão pré-fabricado, com data de conclusão que varia entre 1990 e 1993, foram promovidos pela respectiva Câmara Municipal, segundo um projecto comum, apresentando por isso, as mesmas características construtivas.

Quadro 6.4- Revestimento de fachada, tipo e revestimento de cobertura por data de construção

Tipo e revest. de cobertura	Tipo de revest. de fachada		Data de construção					Total
			Posterior a 2002	1996 - 2001	1991 - 1995	1986 - 1990	1981 - 1985	
Inclinada com telha cerâmica	Reboco tradicional	N.º de casos		0	0	1		1
		% - Data construção		0,0%	0,0%	20,0%		7,1%
	Monomassa acabamento tradicional e revestimento cerâmico	N.º de casos		2	0	0		2
		% - Data construção		66,7%	0,0%	0,0%		14,3%
	Monomassa acabamento pedra granulada, revest. cerâmico e elementos de betão à vista	N.º de casos		1	0	0		1
		% - Data construção		33,3	0,0%	0,0%		7,1%
	Painéis de betão pré-fabricados pintados e reboco tirolês pintado no soco	N.º de casos		0	6	4		10
		% - Data construção		0,0%	100,0%	80,0%		71,4%
	Total	N.º de casos		3	6	5		14
		% - Data construção		100,0%	100,0%	100,0%		100,0%
Inclinada revestida com telha de firocimento	Reboco tradicional	N.º de casos		2			1	3
		% - Data construção		66,7%			11,1%	25,0%
	Monomassa acabamento pedra britada	N.º de casos		1			0	1
		% - Data construção		33,3%			0,0%	8,3%
	Reboco tradicional e elementos em betão	N.º de casos		0			8	8
		% - Data construção		0,0%			88,9%	66,7%
	Total	N.º de casos		3			9	12
		% - Data construção		100,0%			100,0%	100,0%

Tipo e revest. de cobertura	Tipo de revest. de fachada		Data de construção					Total
			Posterior a 2002	1996 - 2001	1991 - 1995	1986 - 1990	1981 - 1985	
Inclinada revestida com telha tipo sandwich	Reboco tradicional	N.º de casos			2			2
		% - Data construção			100,0%			100,0%
	Total	N.º de casos			2			2
		% - Data construção			100,0%			100,0%
Plana invertida	Reboco tradicional	N.º de casos	1	0				1
		% - Data construção	8,3	0,0%				4,0%
	Monomassa acabamento tradicional e revestimento cerâmico	N.º de casos	11	13				24
		% - Data construção	91,7%	100,0%				96
	Total	Nº de casos	12	13				25
		% - Data construção	100,0%	100,0%				100,0%

Verifica-se a existência de isolamento térmico na envolvente dos edifícios de data de construção posterior a 1990 (Quadro 6.5 e Figura 6.5), data de entrada em vigor em Portugal do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de Fevereiro, primeiro instrumento legal que impôs requisitos ao projecto de novos edifícios e de grandes remodelações por forma a salvaguardar a satisfação das condições de conforto térmico nesses edifícios, sem necessidades excessivas de energia, quer no Inverno quer no Verão, recentemente revogado pelo Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril. Verifica-se a excepção de dois casos concluídos entre 1996-2001, cujo projecto é anterior a 1990, não tendo havido a preocupação de elaborar o respectivo projecto de isolamento térmico, de acordo com a legislação vigente à data do início da construção.

Quadro 6.5 - Isolamento térmico por data de construção

			Data de construção					Total
			Posterior a 2002	1996 - 2001	1991 - 1995	1986 - 1990	1981 - 1985	
Isolamento térmico	Sem isolamento térmico	N.º de casos	0	2	0	1	9	12
		% - Data construção	0,0%	10,5%	0,0%	20,0%	100,0%	26,6%
	Com isolamento térmico na envolvente	N.º de casos	12	17	0	0	0	29
		% - Data construção	100,0%	89,5%	0,0%	0,0%	0,0%	54,7%
	Com isolamento térmico - ETICS - apenas nas empenas	N.º de casos	0	0	6	4	0	10
		% - Data construção	0,0%	0,0%	75,0%	80,0%	0,0%	18,9%
	Com isolamento térmico - ETICS, e isolamento na cobertura	N.º de casos	0	0	2	0	0	2
		% - Data construção	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	3,8%
Total		Nº de casos	12	19	8	5	9	53
		% - Data construção	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

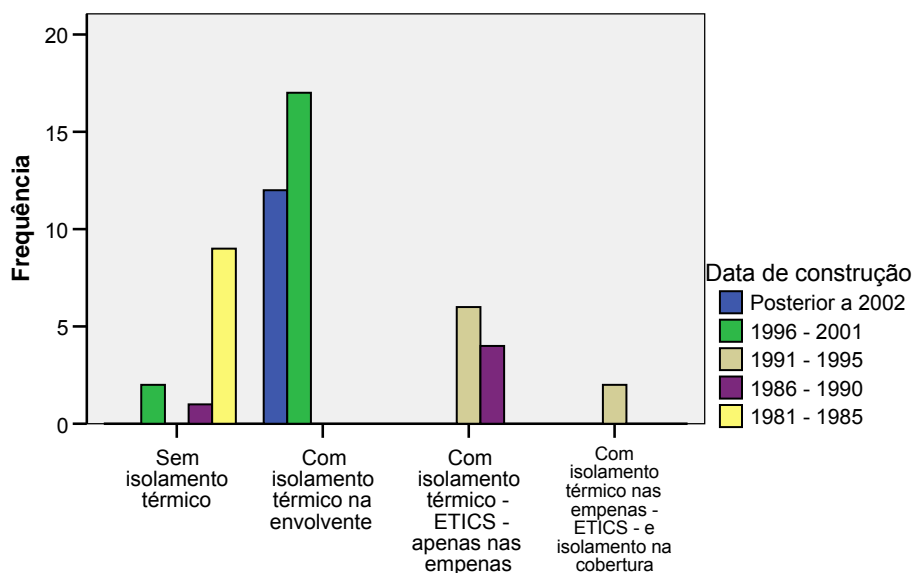


Figura 6.5 - Isolamento térmico da envolvente: incidência por data de construção



Os dois casos com ETICS nas empenas e isolamento térmico na cobertura, resultam de acções de reabilitação recentes dos edifícios, com substituição da telha de fibrocimento por telha tipo *sandwich*, conforme já foi referido, e colocação daquele tipo de isolamento térmico pelo exterior, nas empenas.

## 6.2 FACTORES DE DEGRADAÇÃO

De acordo com o referido em 3.1 e vários trabalhos de investigação sobre a degradação de elementos da envolvente exterior, Balaras *et al.* (2005), Teo (2005), Cóias (2006), Teo and Harikrishna (2006), identificaram-se os factores que podem ter influência na degradação da envolvente exterior dos edifícios da amostra estudada, Quadro 6.6.

Quadro 6.6 - Factores de degradação

(Adaptado de Balaras *et al.*, 2005; Teo, 2005; Cóias, 2006; Teo and Harikrishna, 2006)

Factor	Causas	Agentes	Degradação
Clima	Condições climáticas e microclimáticas	Humidade, temperatura	Crescimento biológico, desagregação devido aos ciclos gelo-degelo, eflorescências e criptoflorescências
Orientação das fachadas	Exposição solar*	Gradientes de temperatura e humidade	Fachadas menos expostas à radiação solar são mais frias e húmidas, condições ideais para o crescimento biológico
		Radiação ultravioleta	Descoloração, fissuração, destacamento
		Vento	Transporte e deposição de gases e partículas
Ambiente marinho	Proximidade do mar	Cloretos	Eflorescências, corrosão das armaduras
Vegetação	Proximidade de zonas arborizadas	Humidade	Crescimento biológico, entupimento do sistema de drenagem de águas pluviais
Edifícios	Proximidade de edifícios	Sombreamento	Crescimento biológico
Poluição do ar	Proximidade de vias de comunicação de elevado tráfego Proximidade de zonas industriais	SO <sub>2</sub> , humidade do ar e chuva, O <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub> , gases e partículas	Acumulação de partículas negras (crostas negras), corrosão ou erosão dos materiais ou revestimentos

**Nota:** Fachadas expostas a Sul e a Poente, com associação a uma maior incidência solar e à chuva batida pelo vento, implicam maior exigência na sua concepção bem como no guarnecimento dos vãos (Cóias, 2006).

Relativamente a estes factores de degradação foram registados, durante as inspecções

visuais, para cada empreendimento, a existência ou não das seguintes causas de factores de degradação:

- proximidade do mar;
- proximidade de zonas arborizadas;
- proximidade de outros edifícios de habitação colectiva;
- proximidade de estradas principais de tráfego elevado (auto-estrada, itinerários principais, itinerários secundários);
- proximidade de zonas industriais.

Além destes factores que dependem de condições naturais e de condições artificiais (Quadro 3.1), teve-se em consideração as condições do edifício tais como a sua idade, tipo de revestimento de fachadas, o tipo e revestimento de coberturas e as acções de manutenção e reparação empreendidas, de acordo com os factores de degradação dos edifícios pesquisados e considerados mais relevantes por Teo e Harikrishna (2006).

A idade dos edifícios foi estabelecida de acordo com as classes etárias definidas no ponto anterior, segundo a seguinte escala:

- 1 - de 0 a 5 anos
- 2 - de 6 a 11 anos
- 3 - de 12 a 16 anos
- 4 - de 17 a 21 anos
- 5 - de 22 a 26 anos.

Relativamente à ocorrência da última acção de manutenção e/ou reparação foi estabelecida a seguinte escala:

- 1 - Menos de 1 ano
- 2 - 1 a 5 anos
- 3 - 6 a 11 anos
- 4 - Mais de 12 anos

5 - Nunca

6 - Nunca - apenas reparações reactivas pontuais.

Da recolha de elementos junto das Câmaras Municipais, relativamente à amostra em estudo, verificou-se que não existe qualquer tipo de gestão planeada para a manutenção dos edifícios. Nesta amostra 41,5% dos edifícios nunca foi sujeita a uma acção de manutenção e 24,5% apenas a acções de reparação reactivas pontuais (Quadro 6.7).

Os edifícios nunca sujeitos a acções de manutenção ou de reparação são maioritariamente edifícios muito recentes, existindo no entanto 3 edifícios com idade compreendida entre 22 e 26 anos que nunca foram objecto de acções de manutenção ou de reparação na sua envolvente exterior.

Quadro 6.7 - Última acção de manutenção/reparação

	Frequência	Percentagem	Percentagem acumulada
Nunca	22	41,5	41,5
Menos de 1 ano	1	1,9	43,4
1 a 5 anos	2	3,8	47,2
6 a 11 anos	15	28,3	75,5
Apenas reparações reactivas pontuais	13	24,5	100,0
Total	53	100,0	

Ao ter-se em consideração estes factores de degradação dos edifícios, poder-se-á encontrar modelos de degradação por patologia identificada, indexados aos factores de degradação.

### 6.3 ANÁLISE DE RESULTADOS

Após o trabalho de campo realizado procedeu-se à análise dos resultados obtidos na avaliação visual da envolvente dos edifícios e na avaliação realizada através das entrevistas aos moradores, que se apresenta nos pontos seguintes.

### 6.3.1. Análise dos resultados da avaliação do grau de degradação da envolvente - método não ponderado

A partir do modelo de agregação de resultados apresentado em 5.2.3, determinou-se para cada edifício o grau de degradação relativo a cada anomalia observada nas fachadas e ainda relativamente aos vãos envidraçados, cobertura e sistema de drenagem de águas pluviais, cujos histogramas com a sobreposição da respectiva curva da distribuição normal, se encontram representados nas Figura 6.6 a Figura 6.14. Da análise das graduações obtidas para cada anomalia, verifica-se que as classificações variam entre 3 e 9, não tendo sido obtida nenhuma classificação máxima de 10. A inexistência de classificações 10, explica-se pelo facto de nos edifícios, ser difícil encontrar elementos construtivos num estado excepcional de conservação, dado que, logo após a sua conclusão, o edifício começa a deteriorar-se imediatamente, conforme se refere em 3.1, sendo esta degradação mais ou menos acelerada em função de uma multiplicidade de factores.

Para se verificar se as conclusões retiradas a partir da caracterização da amostra (estatística descritiva) são generalizáveis para a população ou universo, tem que se proceder à inferência estatística. O processo de inferência estatística só é válido quando as amostras estudadas são representativas da população em estudo e a partir da qual foram obtidas (Maroco, 2003). Pretende-se pois, inferir se a amostra tem uma distribuição normal relativamente ao grau de degradação atribuído a cada anomalia/elemento funcional estudado. Efectuou-se então o teste da normalidade de *Kolmogorov-Sirminov* (K-S), através do qual se pretende testar se a distribuição de cada uma das variáveis consideradas, é ou não normal com parâmetros  $\mu$  (média) e  $\sigma$  (desvio padrão) quaisquer que estes sejam, isto é, pretende-se testar se:

$$H_0 : X \sim N(\mu, \sigma) \text{ vs } H_1 : X \not\sim N(\mu, \sigma)$$

O valor crítico da distribuição estatística de K-S encontra-se tabelado e rejeita-se  $H_0$  se  $D \geq D_{\text{tabela}}(\alpha)$ . No entanto, a maioria dos softwares estatísticos calcula o *p-value*<sup>41</sup>, que é o menor valor de  $\alpha$  a partir do qual  $D \geq D_{\text{tabela}}(\alpha)$ . Assim para uma determinada probabilidade de erro ( $\alpha \times 100\%$ ) rejeita-se  $H_0$  se  $p \leq \alpha$ . Como  $\mu$  e  $\sigma$  da população não são geralmente conhecidos, o que melhor se consegue é uma amostra representativa da população a partir da qual podemos inferir os verdadeiros valores de  $\mu$  e  $\sigma$ , logo a estatística D não pode ser aplicada já que se tem apenas estatísticas amostrais de  $\mu$  e  $\sigma$ . Assim, utiliza-se a correcção de *H. Lilliefors* às tabelas

---

<sup>41</sup> O *p-value* é a probabilidade de se obter um valor da estatística de teste que seja pelo menos tão extremo quanto o representado pelos dados, admitindo que  $H_0$  é verdadeira.

com os valores críticos da distribuição de K-S. O *p-value* produzido pelo *software* utilizado - SPSS - é calculado usando aproximação analítica da estatística de teste de *Lilliefors*, sendo a regra, como já foi referido, rejeitar  $H_0$  se  $p\text{-value} \leq \alpha$ . O SPSS produz também o teste de *Shapiro-Wilk*, para testar se a variável sob estudo na amostra aleatória possui ou não distribuição normal, teste apropriado para amostras com menos de 50 observações (Maroco, 2003).

Dos resultados dos testes de normalidade efectuados, verifica-se que os resultados obtidos para a amostra em estudo, através deste método de agregação, não podem ser generalizados a toda a população de edifícios de habitação colectiva, construídos a custos controlados, sob o regime de arrendamento público (Figura 6.6 à Figura 6.14).

Dada a diversidade de tipologias construtivas, os diversos factores que influenciam a qualidade do edificado, desde a fase de projecto até à de exploração e utilização, bem como a diferente influência dos factores de degradação, justificam a dificuldade de se generalizar as graduações obtidas para uma dada amostra à respectiva população. Esta análise, é no entanto fundamental para se conhecer o estado de degradação da envolvente exterior dos edifícios, a partir da qual se pode efectuar a identificação das necessidades de intervenção bem como o respectivo planeamento.

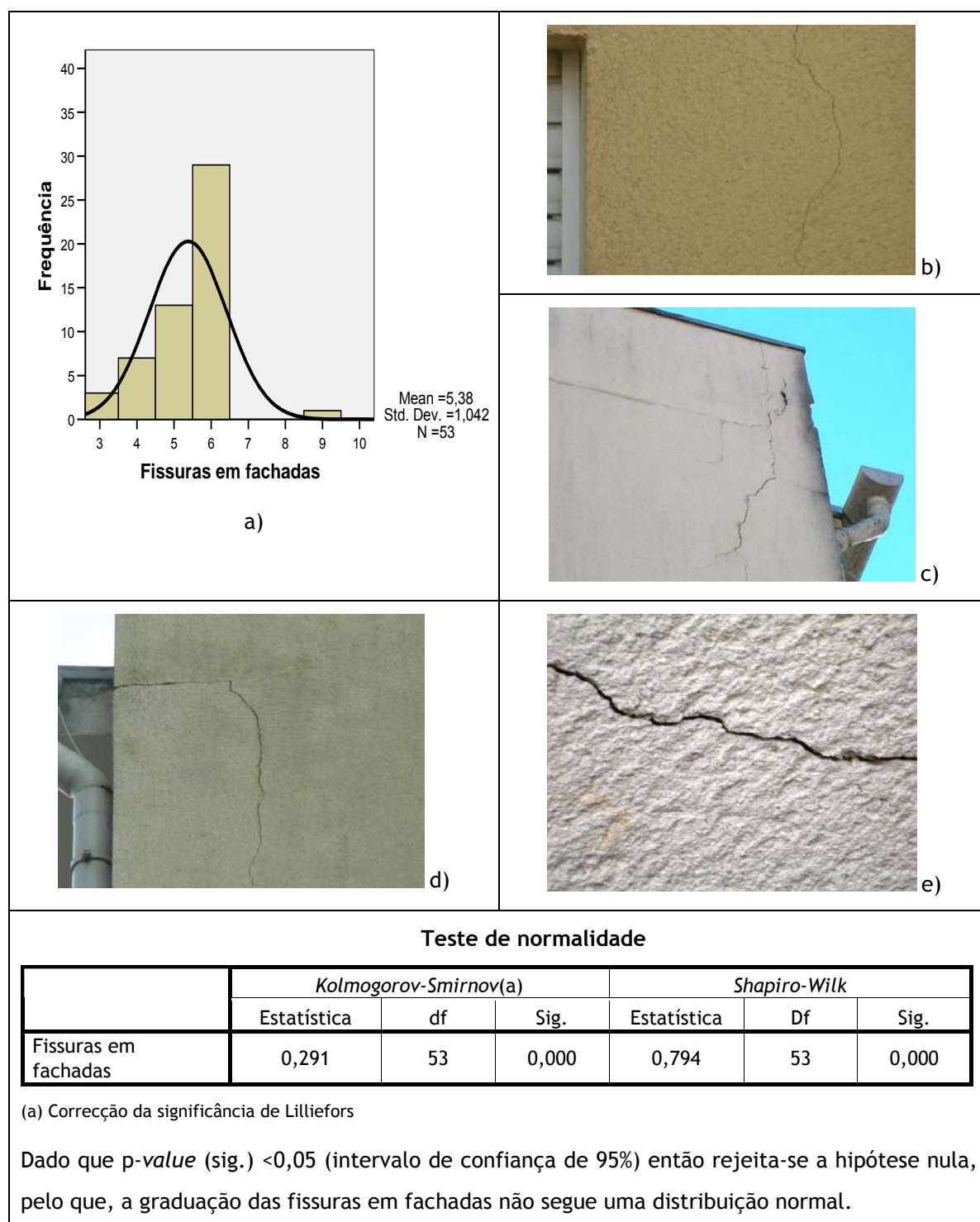


Figura 6.6 - Fissuras em fachadas. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia

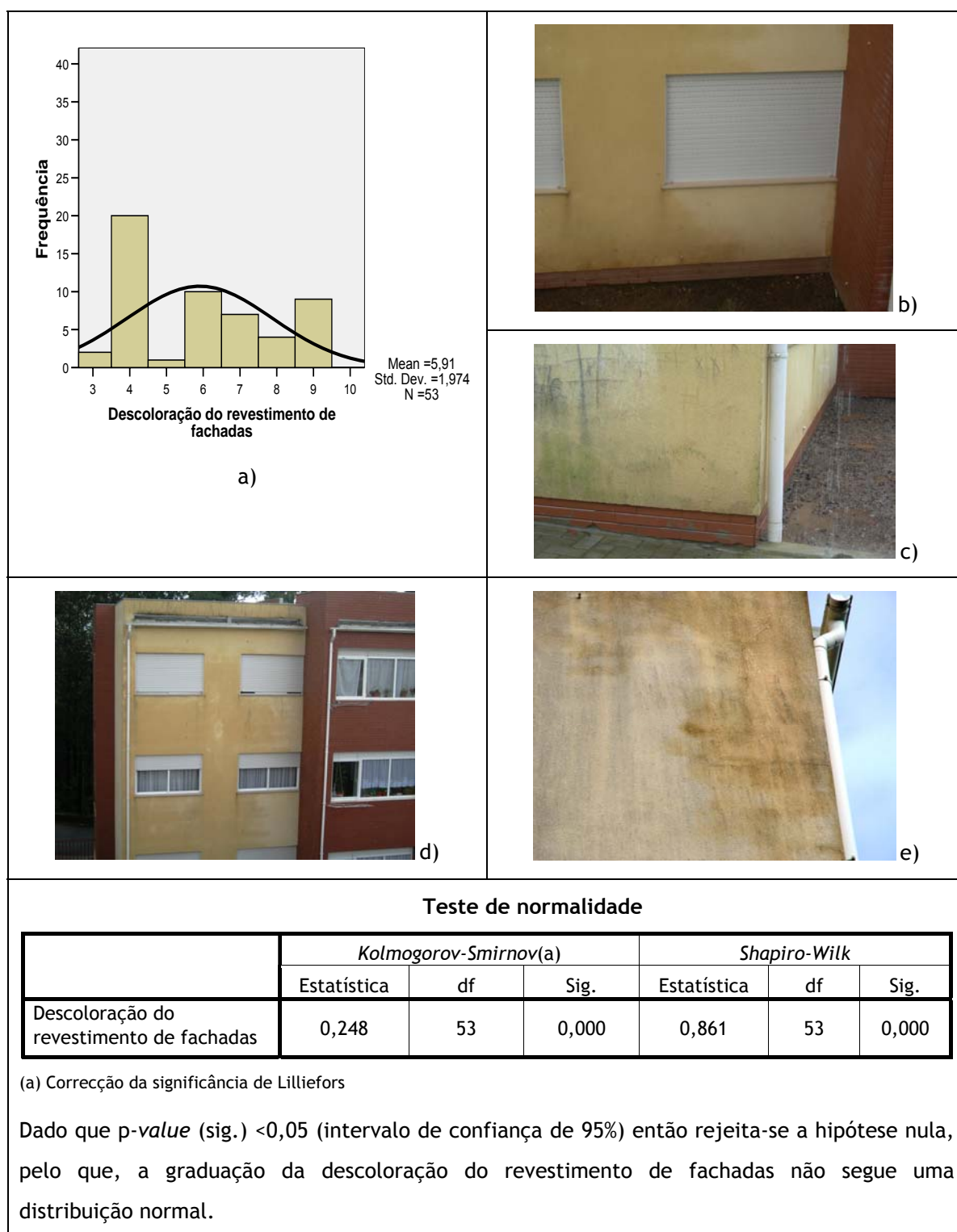


Figura 6.7- Descoloração do revestimento de fachadas. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia

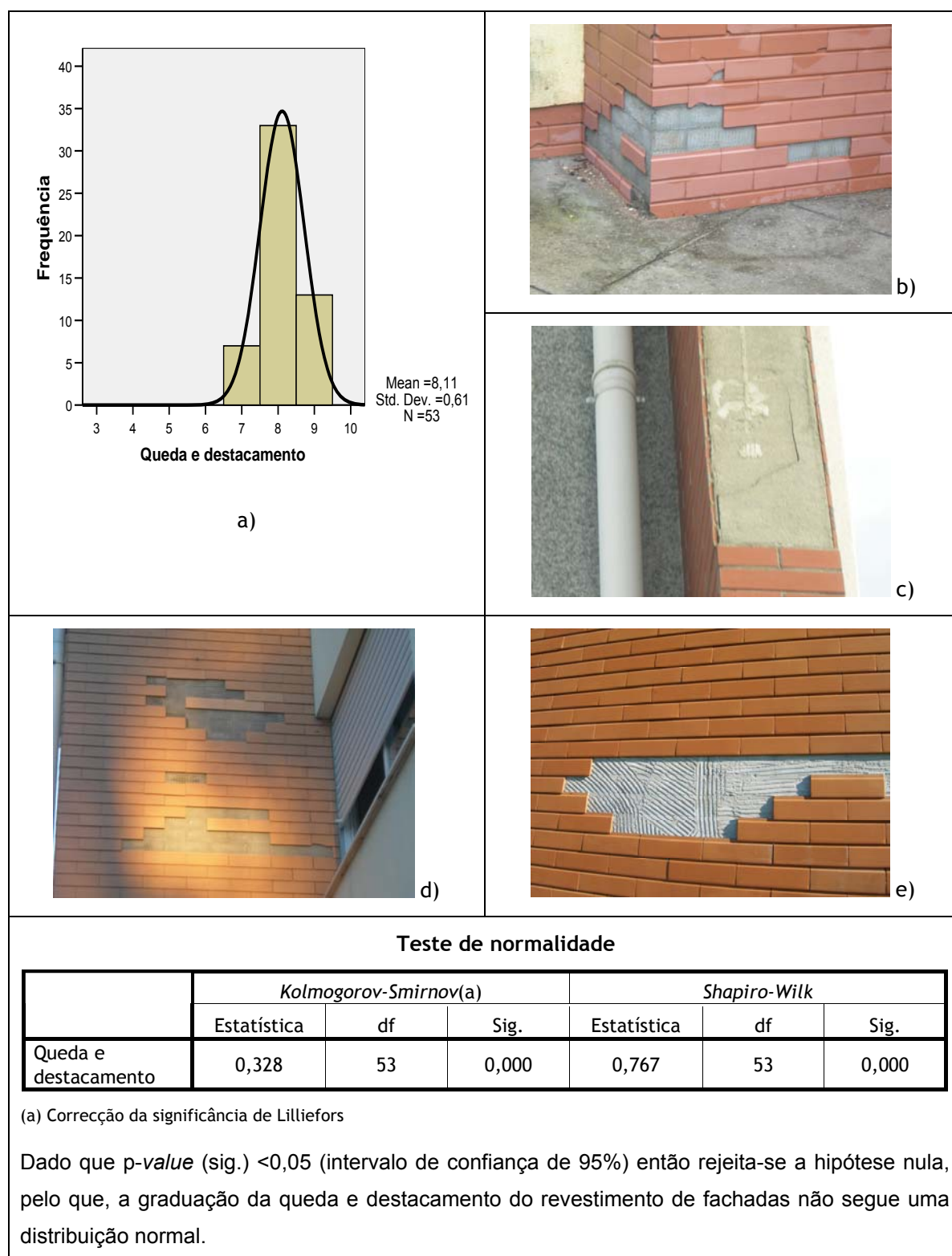


Figura 6.8 - Queda e destacamento de revestimentos cerâmicos. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia



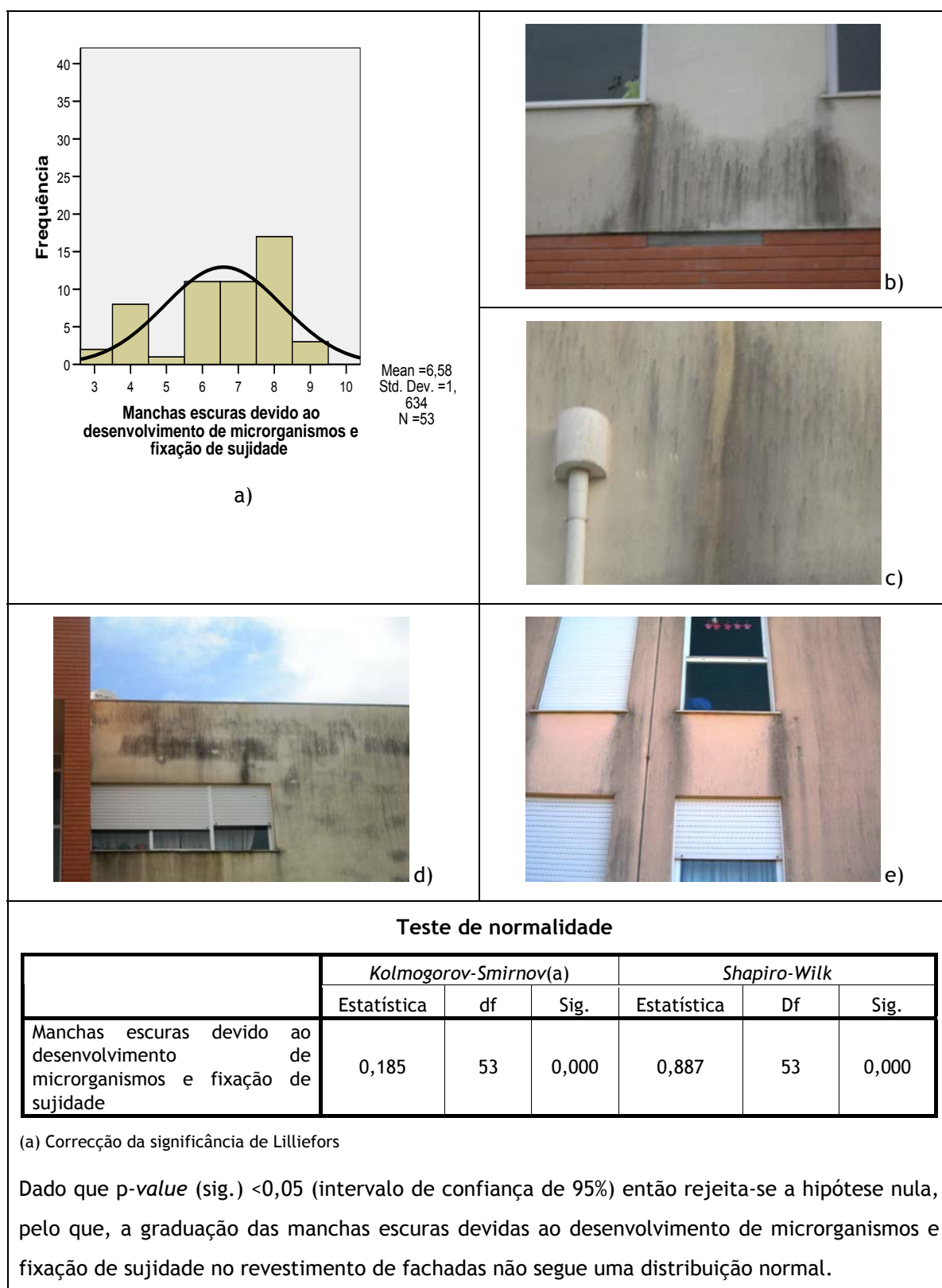


Figura 6.9- Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia

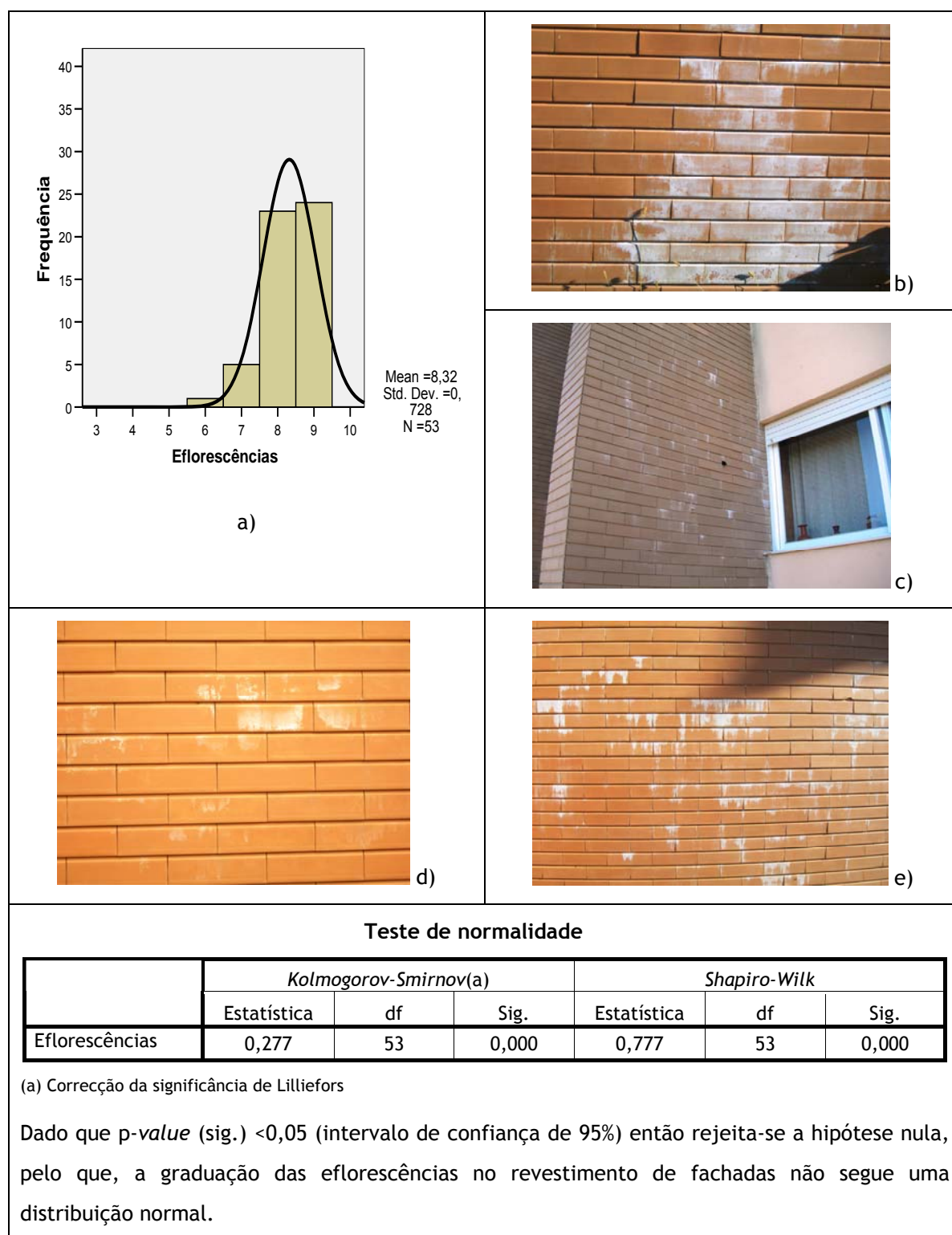


Figura 6.10 - Eflorescências. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia

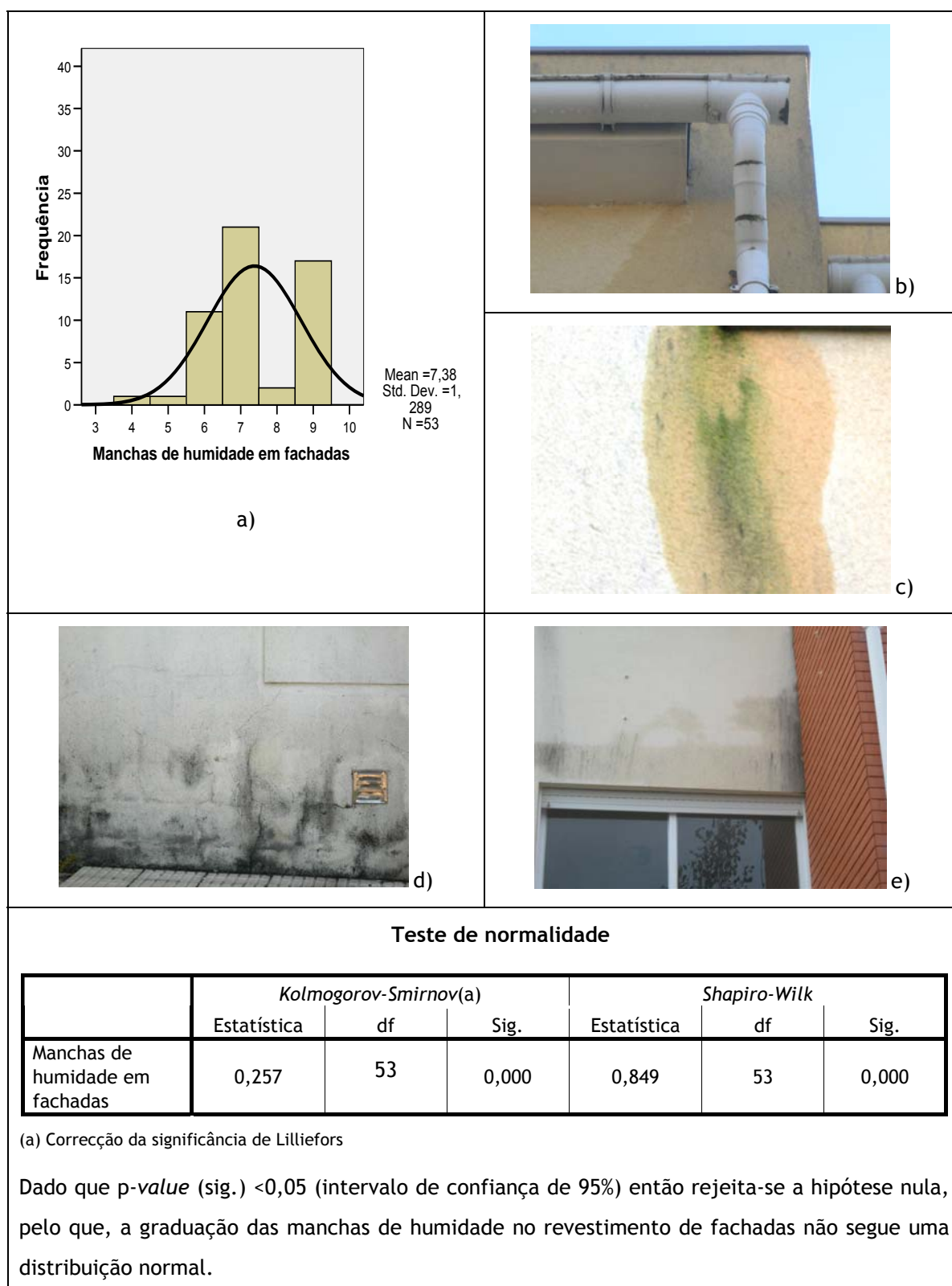


Figura 6.11 - Manchas de humidade em fachadas. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia

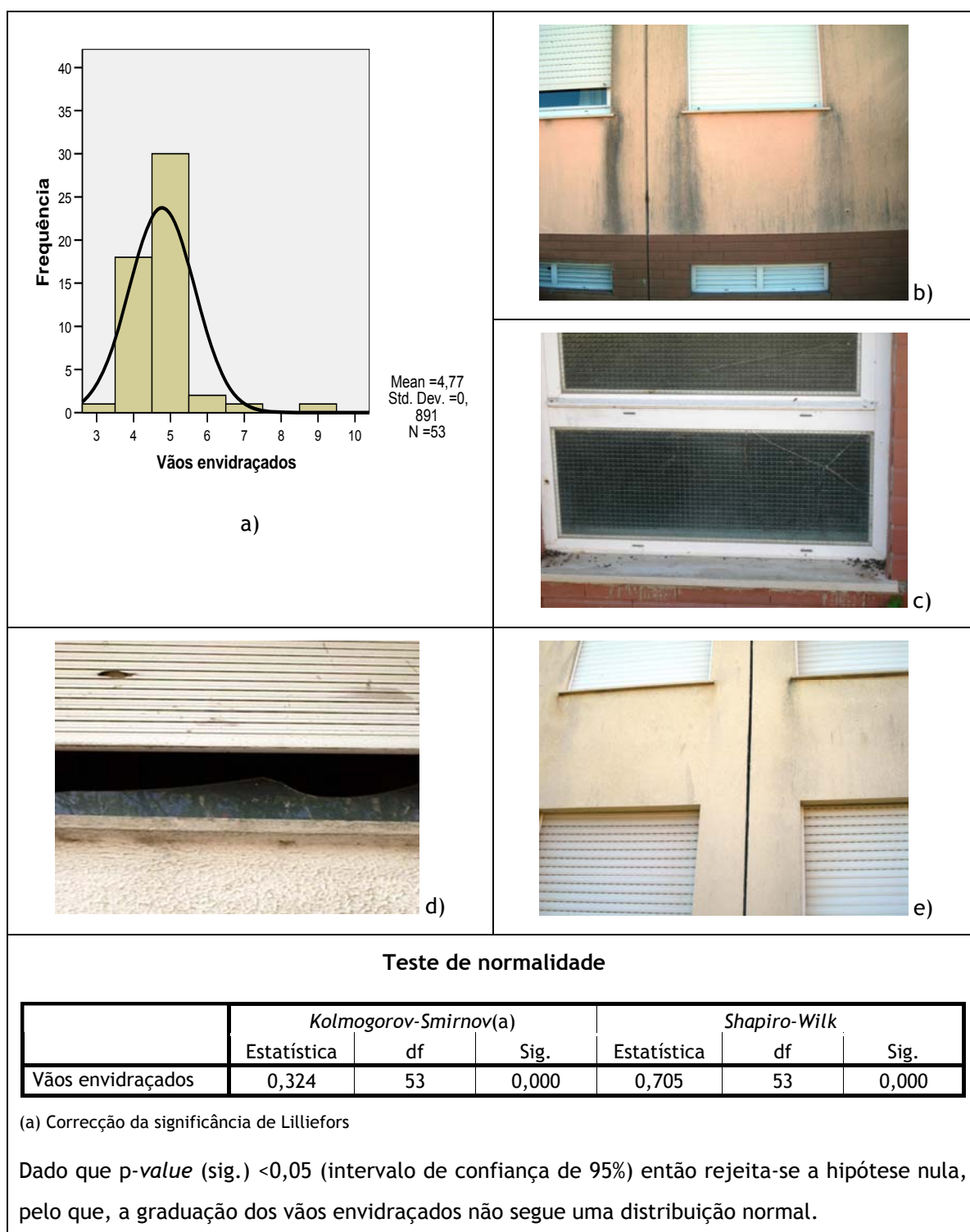


Figura 6.12 - Vãos envidraçados. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia

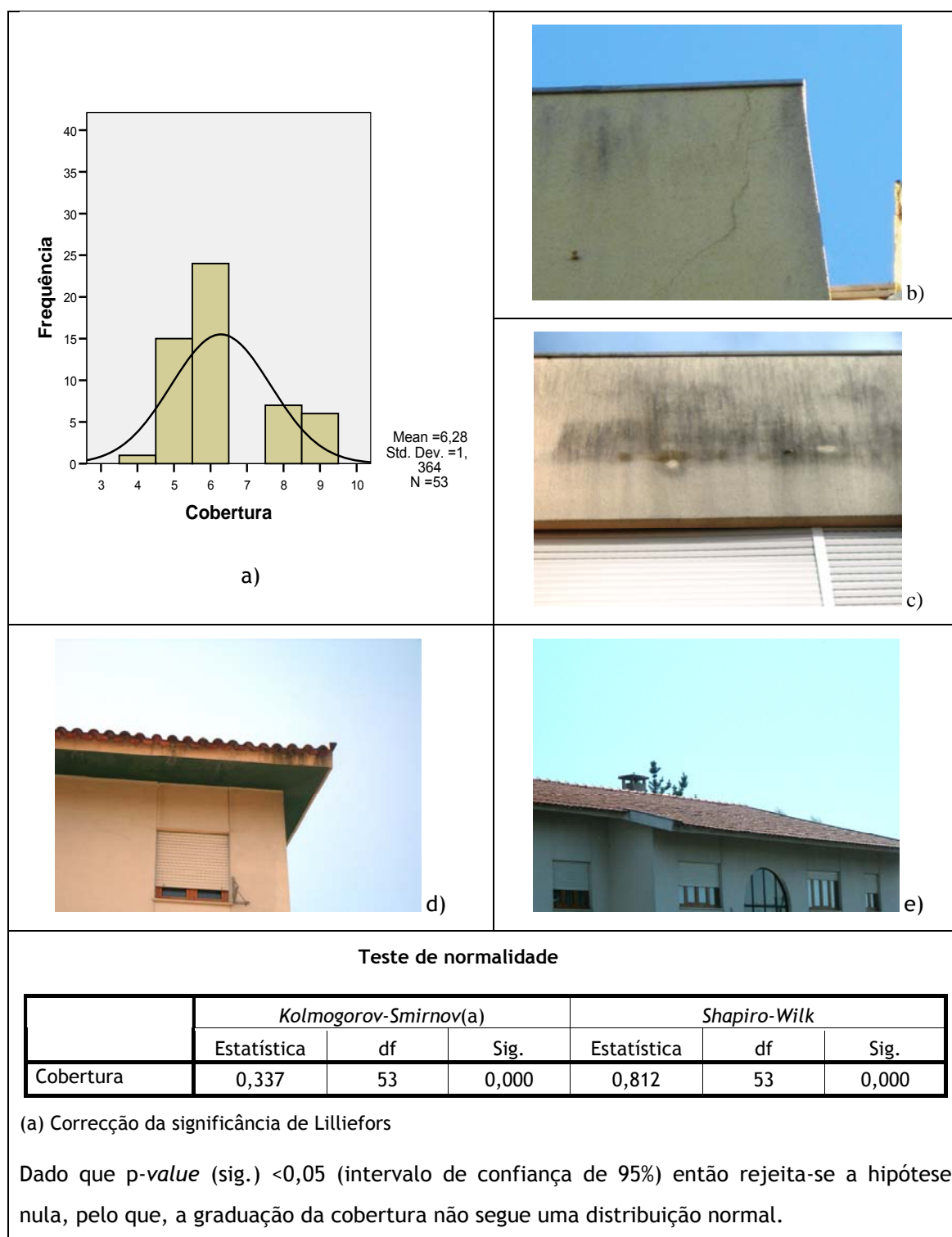


Figura 6.13 - Cobertura. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia

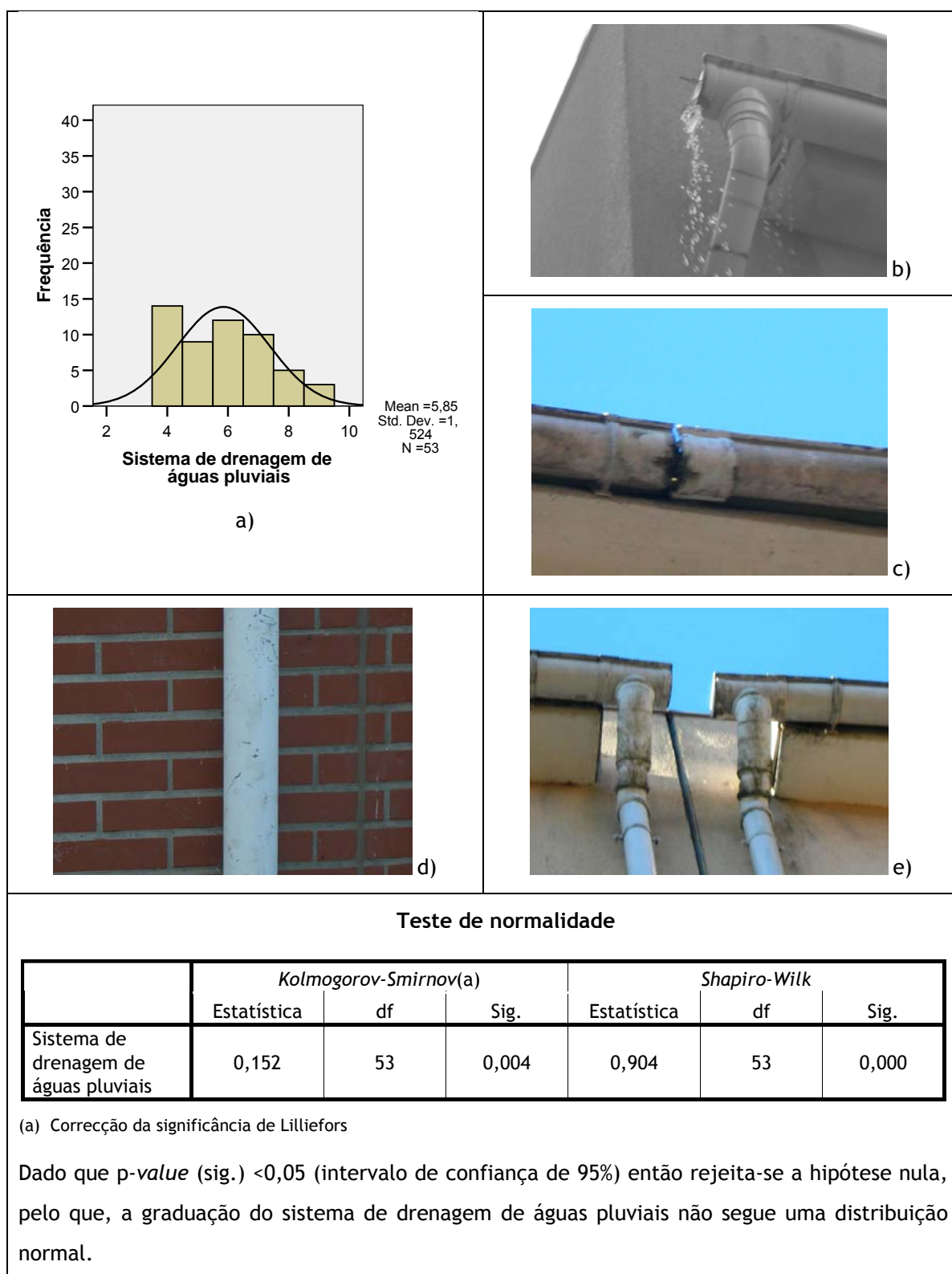
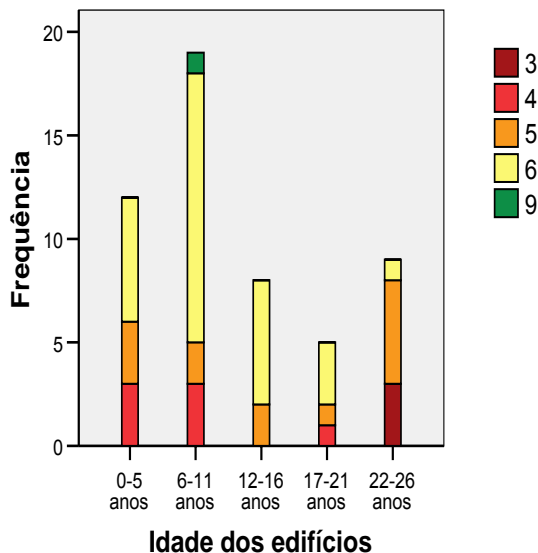


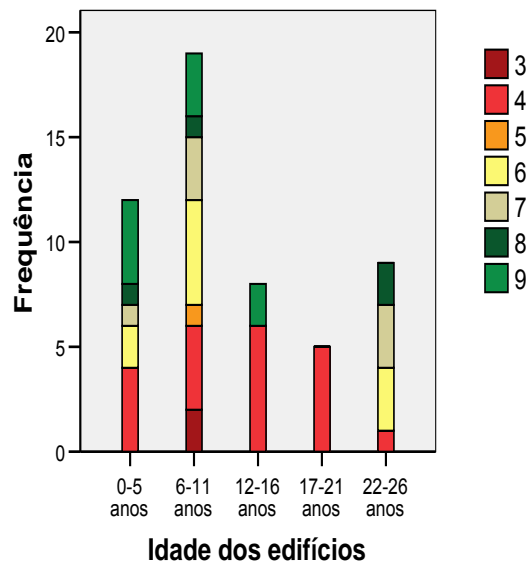
Figura 6.14 - Sistema de drenagem de águas pluviais. a) Teste de normalidade; b), c) d) e e) exemplos da anomalia



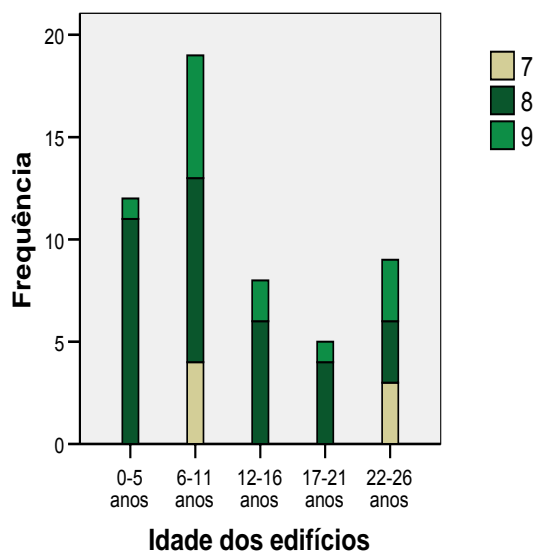
Na Figura 6.15 representam-se as frequências absolutas do grau de degradação dos edifícios da amostra estudada, obtida através da aplicação da escala de graduação apresentada em 5.2.2, em função da idade dos edifícios.



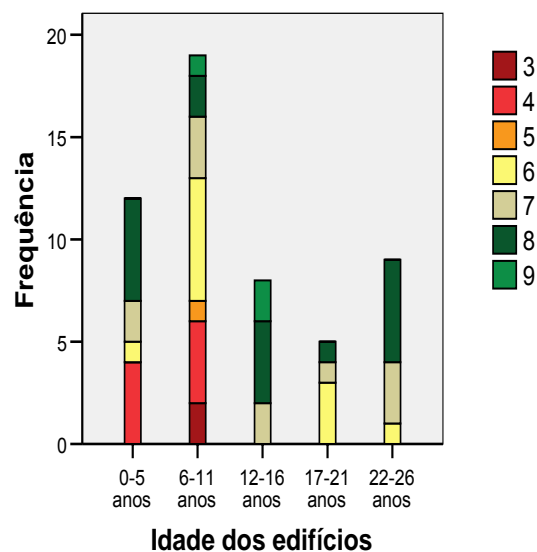
a) Grau de degradação das fachadas relativamente à ocorrência de fissuração



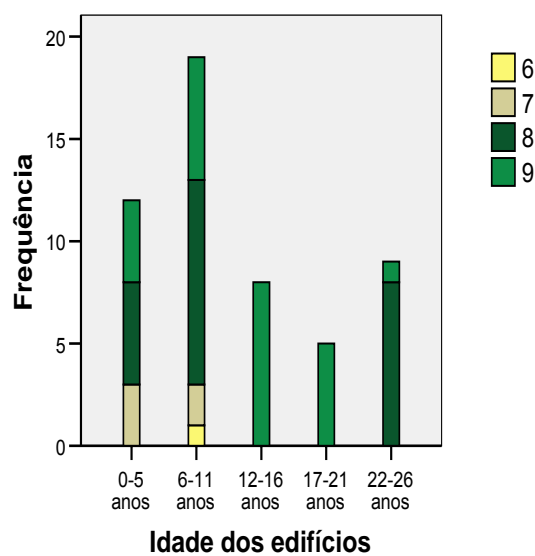
b) Grau de degradação das fachadas relativamente à ocorrência de descoloração do revestimento de fachadas



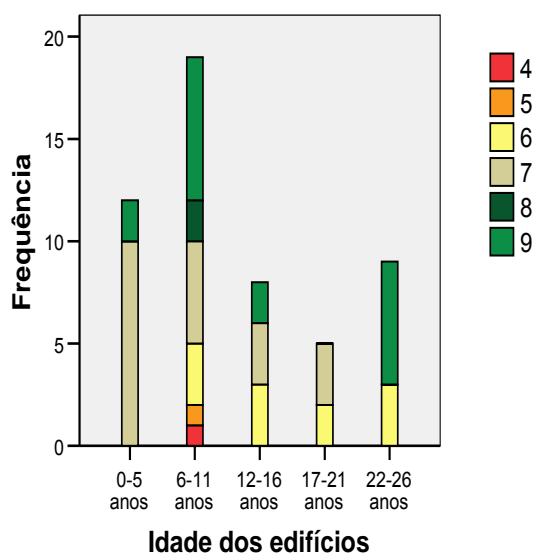
c) Grau de degradação das fachadas relativamente à ocorrência de queda e destacamento de elementos do revestimento da fachada



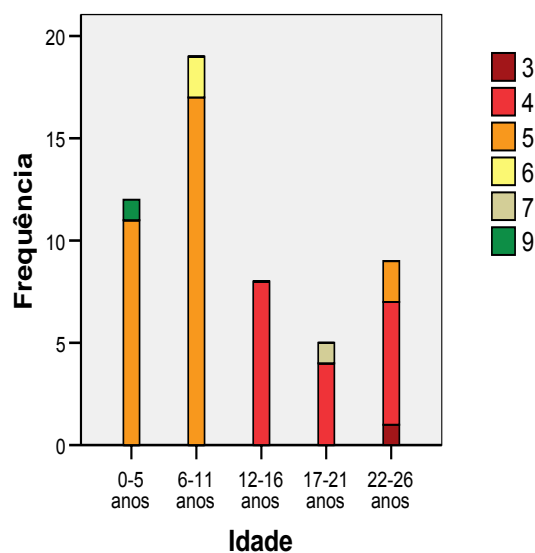
d) Grau de degradação das fachadas relativamente à ocorrência de manchas escuras devidas ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade



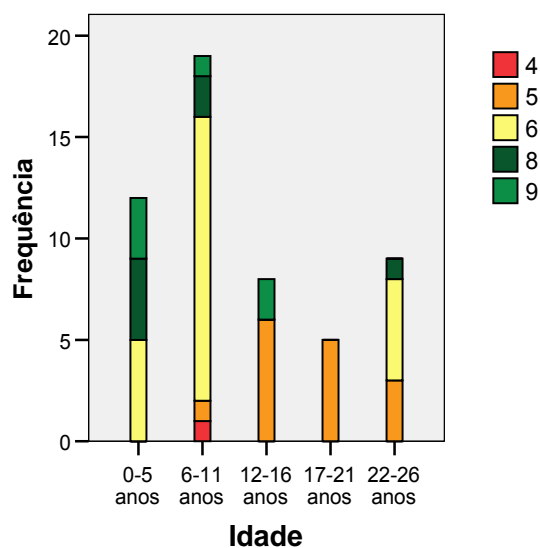
e) Grau de degradação das fachadas relativamente à ocorrência de eflorescências



f) Grau de degradação das fachadas relativamente à ocorrência de manchas de humidade em fachadas

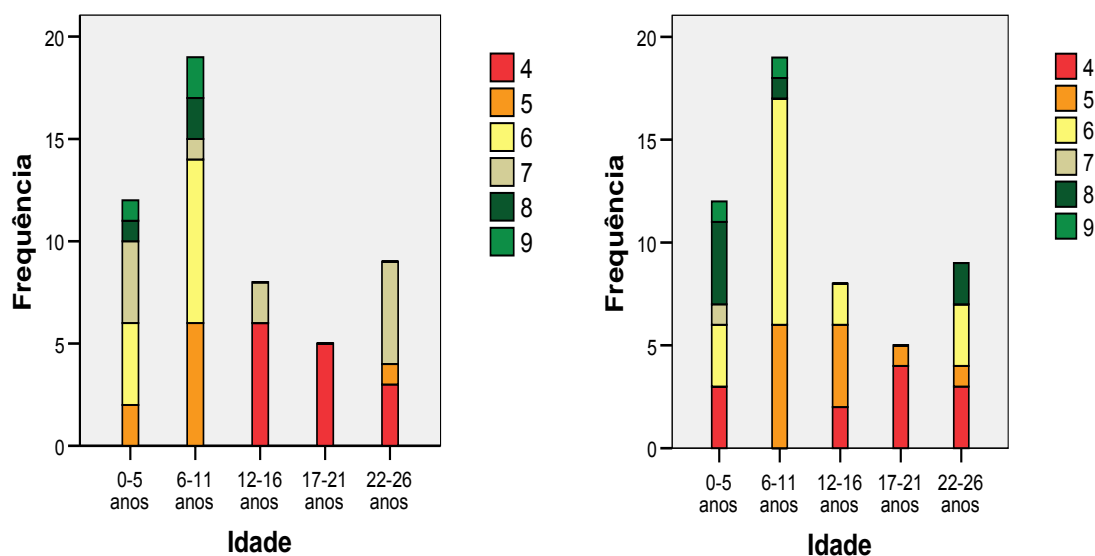


g) Grau de degradação dos vãos envidraçados



h) Grau de degradação da cobertura





i) Grau de degradação do sistema de drenagem de águas pluviais

j) Índice de Avaliação dos edifícios

Figura 6.15 - Grau de degradação dos edifícios: anomalia em função da idade. a), b), c), d), e), f), g), i), j): resultados das observações

Verifica-se que relativamente às fachadas a fissuração e a descoloração, são as anomalias que apresentam uma graduação mais grave, bem como os vãos envidraçados. Releva-se o facto de que nos edifícios recentes, com data posterior a 1996, relativamente ao aspecto visual dos vãos envidraçados, estes não apresentam degradação ao nível das caixilharias, porém, da sua análise e das entrevistas realizadas aos moradores, verifica-se que os mesmos apresentam falhas de estanquidade à água e elevada permeabilidade ao ar especialmente através das caixas de estore. Encontraram-se também anomalias relacionadas com o mau funcionamento das caixilharias. Quanto aos peitoris encontram-se na generalidade fissurados e com pingadeiras inexistentes ou incorrectamente colocadas, relativamente ao paramento exterior da parede. O estado de conservação/degradação dos sistemas de águas pluviais é também preocupante dado que predominam as graduações menores do que 7.

O grau de degradação relativamente ao destacamento de elementos do revestimento de fachadas e à ocorrência de eflorescências situa-se respectivamente entre o 7-9 e o 6-9, devendo merecer especial atenção os casos com graduação mais baixa. As coberturas deviam ser objecto de intervenção prioritária dado que a respectiva degradação, independentemente da idade dos edifícios, reflecte problemas de estanquidade, que terão como causa anomalias de execução, ausência de intervenções imediatas de correcção e de manutenção periódica (actualmente inexistente). As ocorrências de infiltrações foram identificadas através das entrevistas aos moradores e respectiva visita aos apartamentos.

Relativamente ao IA do edifício, conforme se verifica na Figura 6.16, 81% dos edifícios obtiveram uma graduação inferior ou igual a 6 (22,6% com graduação 4 e 5 e 35,8% com graduação 6) e os restantes 19% uma graduação superior ou igual a 7, dos quais 13,8% obtiveram uma graduação de 8. Verifica-se a não atribuição das classificações extremas: 10 - excepcional sem necessidade de intervenção e 3 - situação intolerável sem possibilidade de reabilitação (demolição ou substituição). Relativamente ao estado excepcional efectivamente não se analisou nenhum edifício cujos critérios/requisitos de avaliação fossem classificados com 10 pela razão já indicada. Relativamente à classificação 3 existem edifícios com requisitos/critérios de avaliação aos quais foi atribuída esta classificação. No entanto, como predominam outras classificações superiores, o IA obtido é superior a 3.

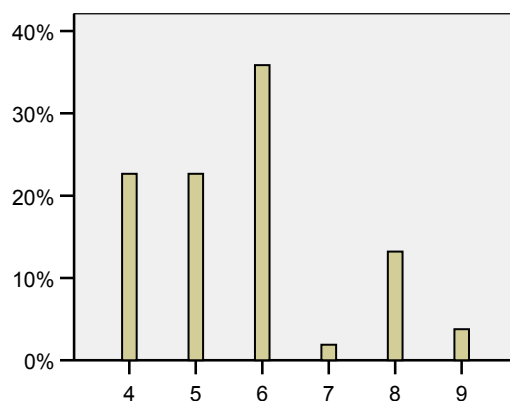


Figura 6.16 - IA1: Índice de avaliação dos edifícios (não ponderado)

### 6.3.2. Grau de degradação da envolvente - método com ponderações

No método de agregação com ponderação descrito em 5.4, atribuiu-se o valor de ponderação máximo (10) aos aspectos relacionados com a estanquidade (da cobertura, fachadas e vãos) e, os valores mais baixos aos critérios de avaliação do aspecto visual da envolvente. Os valores globais obtidos para o índice de avaliação dos edifícios resultam numa maioria de 69,8% de edifícios com uma graduação de 6, sendo que 75,5 % dos edifícios obtiveram uma graduação inferior ou igual a 6 e os restantes 24,5 uma graduação superior ou igual a 7, dos quais 15,1% obtiveram um IA=7 (Figura 6.17).

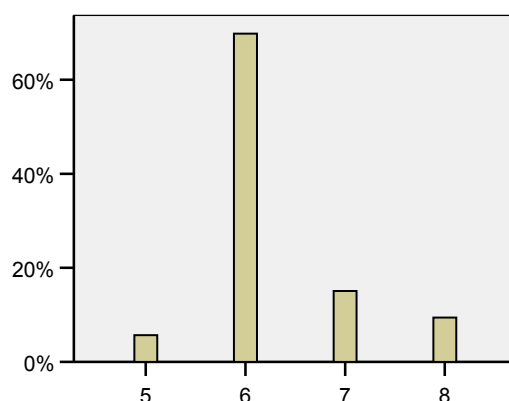


Figura 6.17 - IA2: Índice de avaliação dos edifícios (ponderado)

Este método de agregação de resultados reduz a classificação dos edifícios apenas a quatro graus de classificação, predominando a graduação 6.

#### 6.3.2.1. Comparação entre os valores de IA obtidos pelo modelo de agregação sem ponderação e pelo modelo com ponderação

Comparando os resultados obtidos por cada um dos métodos (Figura 6.18), verifica-se que através do método de agregação de resultados sem ponderação, 56,6% dos edifícios obtêm uma classificação inferior, 28,3% uma classificação igual e 15,1% uma classificação superior, relativamente ao método, através do qual, a avaliação global do edifício é obtida com ponderação.

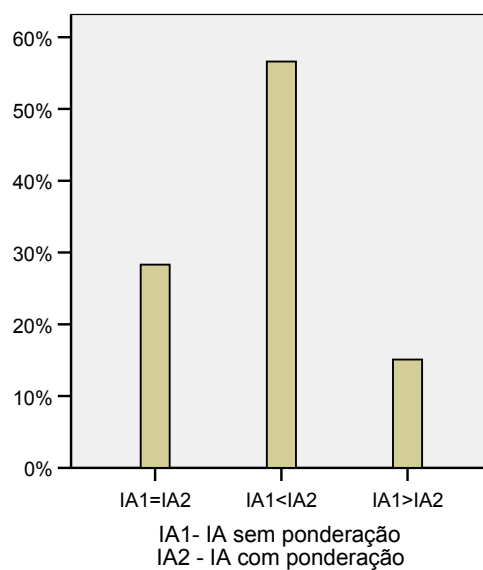


Figura 6.18 - Comparação entre os índices de avaliação: IA1 e IA2

Relativamente aos edifícios para os quais se obteve a mesma classificação, o valor de IA é 6, com a excepção de um para o qual o IA é 8. São edifícios que apresentam um perfil de qualidade relativamente ao qual a pior classificação diz respeito à fissuração das fachadas (valores entre 6 e 5) e à estanquidade, permeabilidade e qualidade dos vãos envidraçados (valores entre 5 e 4), apresentando na generalidade problemas pontuais de falha de estanquidade na cobertura e fachadas. Apenas o edifício cuja classificação global é 8 não apresenta problemas de estanquidade na cobertura e nas fachadas. Relativamente ao aspecto visual da envolvente exterior construída são edifícios em que predominam na generalidade classificações de 6 a 8.

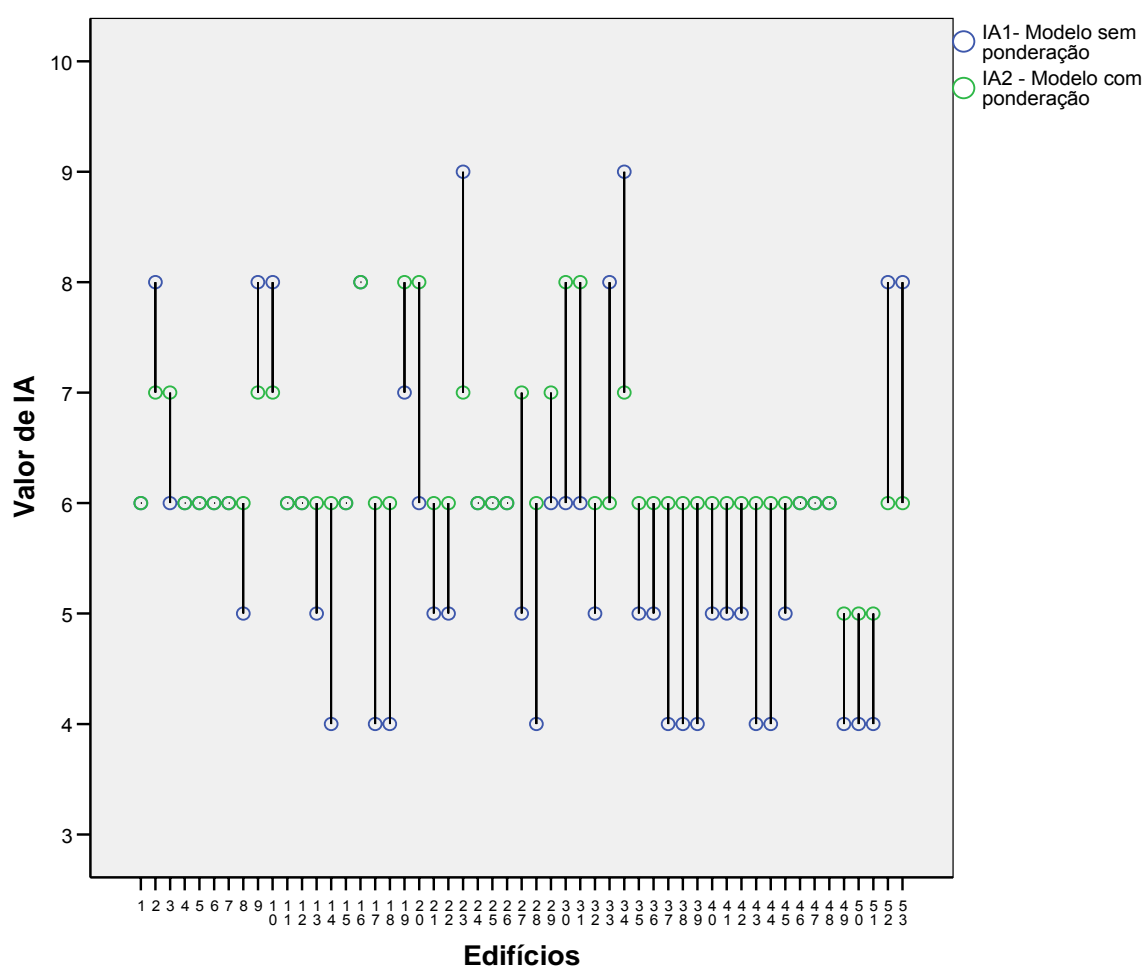


Figura 6.19 - Comparação entre os valores de IA relativamente a cada edifício estudado

Quanto aos edifícios para os quais se obteve uma classificação de IA através do modelo sem ponderação, superior ao IA do modelo com ponderação, verifica-se que em dois casos o IA baixa de 9 para 7, em três de 8 para 6 e nos restantes de 8 para 7. Analisando cada um dos respectivos perfis de qualidade verifica-se que se mantêm os problemas relativamente à estanquidade, permeabilidade e qualidade dos vãos envidraçados excepto num caso, que foi classificado com 9 relativamente a este aspecto. Quanto ao aspecto visual da envolvente exterior construída predominam as classificações entre 8 e 9, com excepção da classificação da fissuração de fachadas na qual predomina a classificação 5 e 6. A predominância de classificações entre 8 e 9 em cada edifício levou a que o modelo não ponderado atribuisse uma classificação global aos edifícios entre 8 e 9. O modelo ponderado ao entrar com ponderações mais elevadas para os aspectos relacionados com a estanquidade (da cobertura, fachadas e vãos) agravou aquelas classificações, baixando a avaliação global de acordo com o referido. Este agravamento vem alertar para o facto de apesar do aspecto geral exterior ser bom e mesmo muito bom, não deve condicionar a avaliação global do edifício sem que se aprofunde a avaliação de aspectos tão importantes como os que dizem respeito à estanquidade.

Através da Figura 6.19, verifica-se que estes edifícios com  $IA1=IA2$  e  $IA1>IA2$ , são edifícios cuja classificação se encontra na linha de graduação 6 ou acima desta.

Quanto aos edifícios que obtiveram uma classificação inferior através do modelo de agregação de resultados sem ponderação, encontram-se na sua maioria abaixo da linha de graduação 6, pelo que, na avaliação através do modelo não ponderado foi-lhes atribuído um perfil de qualidade de 4 e 5. Verifica-se no entanto a excepção de 6 casos, dos quais 5 tinham sido classificados globalmente com 6 e que, através do modelo ponderado, subiram para 7 e 8, e 1 que apresentava a classificação 7 e passou para 8. Os edifícios classificados com 4 e 5 através do modelo não ponderado, apresentam um perfil de qualidade no qual predomina a classificação 4 e 5 para a fissuração, para a descoloração dos revestimentos de fachada, para a ocorrência de manchas escuras devidas ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade e para os vãos envidraçados. As coberturas destes edifícios apresentam problemas de estanquidade bem como os envidraçados.

O modelo ponderado como atribui valores de ponderação aos critérios de avaliação do aspecto visual da envolvente exterior inferiores às dos critérios de avaliação da estanquidade dos edifícios, estes edifícios aparecem através deste método, na generalidade, com uma classificação de 6.

**Concluiu-se pois que:**

- o método ponderado é mais fiável sempre que se tenham situações para as quais as classificações relativas ao aspecto visual sejam médias ou boas e em que o edifício apresente falhas de estanquidade nos elementos da envolvente.
- quando a gravidade da classificação da envolvente exterior é maior, conjugada com problemas pontuais ou mais graves de estanquidade, o método que resultou mais fiável para a avaliação global do edifício foi o método não ponderado.
- o ideal será a conjugação de ambos os métodos dado que através das matrizes utilizadas para o modelo não ponderado se tem uma percepção mais pormenorizada dos aspectos que deverão ser tidos em conta na reabilitação.

Releva-se que os métodos são já conjugados pois é sempre utilizado o método de agregação não ponderado para se obter o GD global para cada anomalia/patologia/elemento construtivo. A agregação para a obtenção do IA do edifício é que pode ser efectuada por um ou pelo outro método, ou por uma análise conjunta dos respectivos resultados.

Segue-se a avaliação do grau de satisfação dos moradores e a comparação entre a sua classificação global dos edifícios e a obtida através da observação visual realizada.

### **6.3.3. Entrevistas**

Efectuaram-se entrevistas em 15,13% da totalidade dos 1276 fogos. Procedeu-se à análise dos resultados obtidos nas entrevistas, tendo-se como referência a escala para a avaliação do nível de desempenho dos requisitos/critérios principais de avaliação estabelecidos, e do edifício, apresentada no Quadro 5.14.

Como já foi referido aplicaram-se as ponderações atribuídas pelo grupo de moradores aos critérios de avaliação. No entanto, para se ter a percepção da variação do ND e do IA com as ponderações atribuídas pelos três grupos, efectuou-se a sua aplicação a um subconjunto de edifícios e verificou-se que as diferenças de valoração obtidas, para cada um dos critérios, é da ordem das centésimas, não sendo por isso significativa.

Assim, aplicando os valores de ponderação atribuídos pelos moradores, obtiveram-se os valores médios, mínimos e máximos indicados no Quadro 6.8, para cada critério de avaliação principal.

Quadro 6.8 - Estatística descritiva dos resultados das entrevistas

<b>Crítérios de avaliação</b>	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Estanquidade	193	4,00	9,33	6,82	1,178
Condições higrotérmicas interiores	193	3,92	8,00	5,92	0,889
Condições acústicas	193	4,00	7,00	4,42	0,613
Aspecto visual da envolvente exterior construída	193	5,77	8,16	7,11	0,497
Durabilidade e facilidade de manutenção	193	4,00	7,27	5,63	0,719
IA	193	4,35	7,34	5,98	0,584

Destes resultados verifica-se que os habitantes atribuem uma avaliação global média aos edifícios da amostra em estudo de 5,98, correspondendo à avaliação qualitativa de satisfaz pouco, de acordo com a escala de valoração indicada no Quadro 5.14. Para esta média contribui positivamente a avaliação dos requisitos de estanquidade da envolvente e dos requisitos do seu aspecto visual externo, cujo desempenho médio, os habitantes classificam respectivamente, com satisfaz e bom. Em relação a estes requisitos obtiveram-se os valores máximos de 9,33 e de 8,16 respectivamente, e a classificação mais frequente que foi atribuída no primeiro caso foi o valor 8,00 e no segundo, o valor 7,39. Quanto à avaliação das condições higrotérmicas apesar de 8,00 ser o valor máximo atribuído, a classificação mais frequente é 5,32, sendo o valor mínimo 3,92, e o seu valor médio 5,92, correspondendo a uma classificação de desempenho de satisfaz pouco.

A avaliação das condições acústicas dos fogos é a que apresenta resultados mais negativos tendo sido a valoração 4 a classificação mais frequente, pelo que 73,6% dos inquiridos classificam este requisito de desempenho com não satisfaz.

O Quadro 6.9 contém a distribuição percentual de cada nível de desempenho relativamente a cada um dos critérios avaliados.

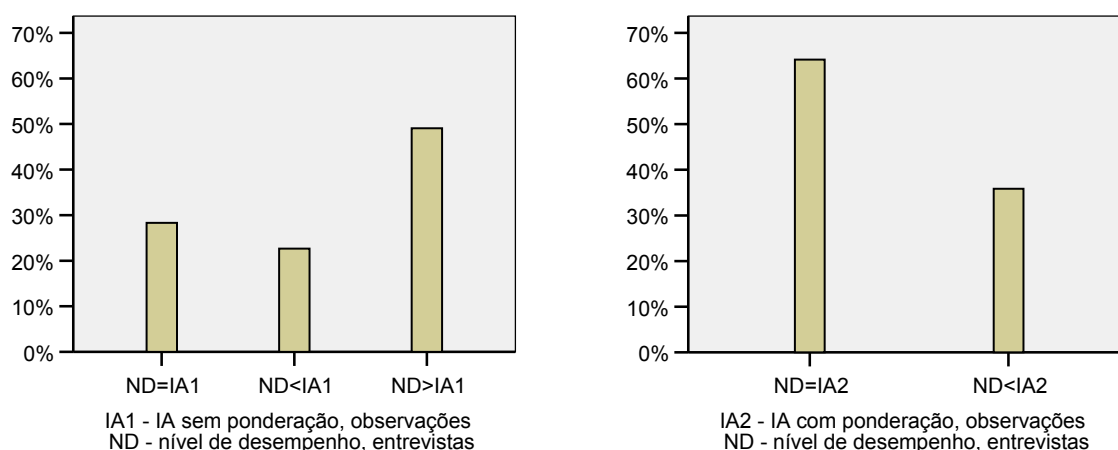
Quadro 6.9 - Valores percentuais do Nível de Desempenho

Nível de Desempenho	Estanquidade	Condições Higrotérmicas	Condições Acústicas	Aspecto Visual	Durabilidade	Nível Global de Desempenho do Edifício
Excelente $9 \leq ND \leq 10$	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Muito Bom $8 \leq ND < 9$	20,7	0,5	0,0	1,6	0,0	0,0
Bom $7 \leq ND < 8$	27,5	11,4	0,5	64,2	3,1	2,6
Satisfaz $6 \leq ND < 7$	26,9	28,5	3,1	30,1	37,3	50,3
Satisfaz pouco $5 \leq ND < 6$	15,5	44,0	22,8	4,1	45,6	40,4
Não satisfaz $3 \leq ND < 5$	6,2	15,5	73,6	0,0	14,0	6,7
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Os critérios durabilidade e facilidade de manutenção do edifício apresentam uma classificação maioritariamente abaixo de satisfaz, à semelhança das condições acústicas. Esta classificação deve-se ao facto dos habitantes verificarem, tanto ao nível do edifício como do fogo, uma rápida degradação de materiais, sistemas e elementos construtivos, bem como de equipamentos aplicados. Relativamente ao requisito facilidade de manutenção, verificou-se e foi confirmado pelos habitantes, que existem dificuldades de acesso às coberturas e que nestas não existem instalados sistemas de segurança que permitam a prevenção de riscos profissionais. Estas limitações dificultam meras intervenções de limpeza e de reparação. Quanto ao nível de desempenho do edifício verifica-se que para 50,3% dos habitantes inquiridos o desempenho da sua habitação e do edifício satisfaz e para 40,4% satisfaz pouco. Apenas 2,6% atribuem uma classificação global de bom e 6,7% uma classificação de não satisfaz. Efectuou-se também a comparação entre as avaliações obtidas a partir das observações visuais e através das entrevistas verificando-se que (Figura 6.20):

- relativamente à valoração obtida nas observações visuais, aplicando o modelo de agregação não ponderado (IA1), os valores de ND atribuídos pelas entrevistas encontram-se 49,1% acima daqueles, 22,6% abaixo e 28,3% são iguais;
- relativamente à valoração obtida nas observações visuais, aplicando o modelo de agregação ponderado (IA2), os valores de ND atribuídos pelas entrevistas são iguais àqueles em 64,2% dos casos, estando os restantes 35,8% abaixo daqueles valores.





a) Comparação entre o IA obtido por observação visual sem ponderação e o ND obtido nas entrevistas

b) Comparação entre o IA obtido por observação visual com ponderação e o ND obtido nas entrevistas

Figura 6.20 - Comparação entre o IA obtido por observação visual e o ND. a) Comparação entre o IA1 e o ND. b) Comparação entre o IA2 e o ND

Da comparação entre a graduação obtida para o IA e para o ND dos edifícios verifica-se que relativamente ao:

- primeiro método (não ponderado), os moradores não valorizam tanto as questões relativas à degradação da envolvente exterior, pelo que, 49,1% das avaliações têm uma graduação superior à obtida através da observação visual. No entanto, dos restantes 50,9% das avaliações, 22,6% dos resultados das entrevistas atribuem uma avaliação inferior, relativamente à obtida pelo referido método;
- segundo método (ponderado), verifica-se que nas entrevistas, ao avaliarem-se critérios de conforto e de durabilidade, os moradores agravam a avaliação global dos edifícios, em cerca de 36% dos casos.

Conclui-se assim, pela importância em se conjugar a avaliação do edificado sob o ponto de vista técnico com a avaliação dos moradores, dado que, estes avaliam mais objectivamente os aspectos relativos à habitabilidade e conforto. Assim, as intervenções de conservação, reparação e manutenção da envolvente exterior, se não contribuírem para o aumento do desempenho dos fogos relativamente às condições higrotérmicas, acústicas e de durabilidade, não irão contribuir para o aumento da satisfação dos habitantes.

Perante os resultados obtidos conclui-se que as intervenções de reabilitação da envolvente exterior devem ser planeadas seguindo a seguinte ordem de prioridades:

- eliminar as causas que originam falhas de estanquidade da cobertura, vãos envidraçados e fachadas;
- melhorar o desempenho ao nível do isolamento térmico da envolvente exterior e consequente desempenho energético do edifício;
- melhorar o isolamento acústico;
- empregar materiais, sistemas e equipamentos de elevada durabilidade;
- definir-se na fase de projecto sistemas de acesso e circulação que facilitem e tornem seguras as intervenções de conservação, reparação, manutenção e de reabilitação.

Quanto às soluções de concepção e de construção a evitar em futuros projectos, com vista ao aumento da durabilidade e qualidade de futuros empreendimentos, bem como as consequentes anomalias que originam, foram identificadas através da investigação de campo, e indicam-se no Quadro 6.10.

Quadro 6.10 - Identificação de soluções de concepção e construtivas a evitar em futuros projectos

Solução de concepção e de construção a evitar em futuros projectos	Consequências
Cobertura sem caleiras.	Escorrência de água pelas fachadas, infiltrações, desenvolvimento de vegetação parasitária.
Rufagem da platibanda à face sem pingadeira.	Escorrência de água pelas fachadas, infiltrações, desenvolvimento de vegetação parasitária.
Inexistência de sistemas de acesso fácil e seguro às coberturas. Inexistência de sistemas de segurança na cobertura.	Dificuldade de acesso às coberturas e aos elementos do sistema de drenagem de águas pluviais o que dificulta as intervenções.
Aplicação incorrecta de argamassas (doseamento, contaminação, aplicação, espessura). Inexistência de armadura nas zonas com maior risco de fissuração. Inexistência de sistemas de protecção das fachadas contra a escorrência e consequente impregnação de água.	Fissuração das argamassas, arestas partidas, desenvolvimento de vegetação parasitária (com especial incidência nas monomassas).  Degradação do aspecto visual, infiltrações.

Solução de concepção e de construção a evitar em futuros projectos	Consequências
Inexistência de especificações de projecto relativos ao sistema de revestimento (suporte, colagem, juntas).	Fissuração e destacamento dos revestimentos cerâmicos. Degradação do aspecto visual, infiltrações.
Juntas entre panos de revestimento cerâmico ou entre elementos de fachada pé-fabricados, não impermeabilizados.	Infiltrações e consequente degradação.
Peitoris sem pingadeira ou com pingadeiras incorrectamente localizadas relativamente ao paramento da parede ( $d < 2$ cm). Peitoris executados em material com elevado coeficiente de absorção (pedra calcária) à água e sem inclinação ( $i \leq 10$ mm/m).	Infiltrações, escorrências com o consequente desenvolvimento de microrganismos e acumulação de sujidade nos peitoris e nas fachadas.
Grandes vãos de janela com aplicação de caixilharias de baixa qualidade (não certificadas).	Empenos, mau funcionamento, infiltrações, diminuição do conforto térmico e acústico.
Caixilharias não certificadas, com deficiente estanquidade e elevada permeabilidade ao ar.	Infiltrações, diminuição do conforto térmico.
Janelas colocadas à face do paramento da parede sem qualquer protecção pelo exterior e sem capeamento de ombreiras e padieiras.	Infiltrações pela caixilharia e caixa de estore.
Vidro simples	Diminuição do conforto térmico e acústico.
Caixas de estore não isoladas com elevada permeabilidade ao ar.	Infiltrações e diminuição do conforto térmico.
Inexistência ou incorrecta execução do projecto de verificação da conformidade com o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).	Deficientes condições higrótérmicas. Pontes térmicas lineares e planas com o consequente aparecimento de condensações nos paramentos interiores das fachadas e nos tectos.
Inexistência de projecto de verificação da conformidade com o Regulamento Geral sobre o Ruído.	Deficientes condições acústicas.
Colocação de isolamento térmico pelo exterior sem protecção nas zonas mais vulneráveis (zona de fachada no rés-do-chão: soco, zonas de entrada, zonas de circulação de peões e de veículos).	Durabilidade reduzida devido à degradação ocorrida na sequência de acções mecânicas exercidas sobre as superfícies de isolamento térmico pelo exterior.

Documentos de referência: Relatório 419/2005-NCI - Componentes de edifícios - selecção de caixilharia e seu dimensionamento mecânico; Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios; Regulamento Geral sobre o Ruído.

#### 6.3.4. Correspondência entre o ND e o Nível de Conservação do NRAU

De acordo com o referido no ponto 5.5, é importante para os proprietários terem uma estimativa da percentagem de locados que podem ser objecto de actualização da respectiva renda, bem como do respectivo coeficiente de actualização.

Considerando a conversão apresentada entre o grau de degradação/nível de desempenho dos edifícios, obtido, com o nível de conservação do NRAU, verifica-se que 82,4% dos resultados das entrevistas atribuem aos edifícios e aos respectivos locados, um nível de desempenho ao qual corresponde o nível 3 de conservação do NRAU (Figura 6.21).

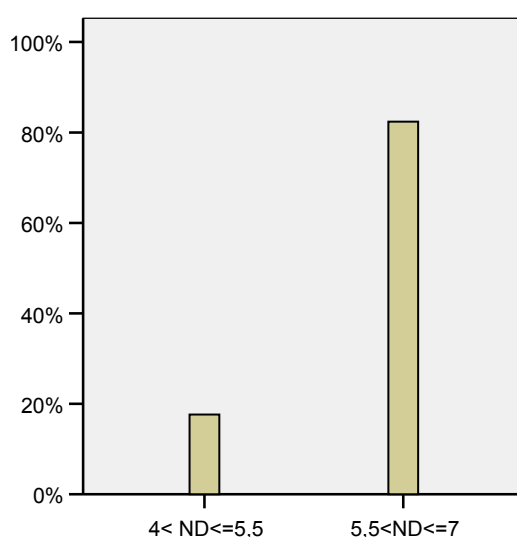


Figura 6.21 - Conversão do Nível de Desempenho no Nível de Conservação do NRAU

Os restantes 17,6% desses resultados, atribuem um nível de desempenho ao qual corresponde o nível 2 de conservação do NRAU.

Assim, 17,6% dos locados da amostra estudada, não poderão ser objecto de actualização da respectiva renda e, os restantes 82,4%, poderão ser actualizados mas segundo o coeficiente de actualização mais baixo, de acordo com o NRAU.

Conclui-se pela necessidade dos proprietários do parque de arrendamento público procederem a intervenções sobre os edifícios, de forma a aumentarem o seu nível de qualidade para que, quer sob o ponto de vista legal, moral e económico, possam aplicar os coeficientes de actualização de rendas estabelecidos pelo NRAU, contribuir para o aumento da vida útil do edificado e consequentemente para a respectiva sustentabilidade.

## 6.4 MODELO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE AVALIAÇÃO DOS EDIFÍCIOS - IA

### 6.4.1. Modelo de regressão linear múltipla: anomalias - factores de degradação

Através dos valores obtidos durante a inspecção visual, relativos ao grau de degradação das anomalias observadas, com o objectivo de se conhecer o mecanismo subjacente ao fenómeno observável, pretendeu-se construir modelos que permitissem analisar o comportamento de cada variável dependente (anomalias), em função das variáveis independentes consideradas: idade do edifício, tipo de revestimento, última acção de manutenção/reparação, proximidade do mar, de zonas arborizadas, de outros edifícios de habitação colectiva, de estradas principais de tráfego elevado, de zonas industriais.

Foram utilizados os valores de graduação (GD), obtidos pelo método de agregação não ponderado, para cada uma das anomalias observadas no conjunto de edifícios estudados.

Foi utilizado um modelo de regressão linear múltipla, técnica estatística descritiva e inferencial que permite a análise da relação entre uma variável dependente ( $Y$ ) e um conjunto de variáveis independentes ( $X_i$ ). Ou seja, define um conjunto vasto de técnicas estatísticas usadas para modelar relações funcionais entre variáveis e prever o valor de uma ou mais variáveis dependentes (ou de resposta), a partir de um conjunto de variáveis independentes ou preditoras (Moroco, 2003). Teo (2005), apresenta os modelos de defeitos relativos a revestimentos pintados, construídos através desta técnica, assim como Shoehet et Paciuk (2006), para vários tipos de revestimentos de fachada, sob diferentes mecanismos de falha (factores de degradação). Estes modelos estabelecem o início e extensão das anomalias na envolvente exterior dos edifícios. Para a construção dos modelos utilizou-se no SPSS o método de estimação *stepwise* - passo a passo - que por correlação parcial, correlação entre duas variáveis, após se ter removido de ambas a influência de um conjunto de outras variáveis, visa explicar uma grande parte da variação da variável dependente através de um número reduzido de variáveis independentes (Pestana e Gageiro, 1998). O próprio programa, através deste método de estimação, apenas fornece o modelo com as variáveis que apresentam correlação significativa entre si. A equação geral do modelo é:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon_i, (i = 1, 2, \dots, n) \quad (6.1)$$

na qual,

$Y$  - é a variável dependente ou de resposta

$X$  - é a variável independente ou preditora

$\beta_0$  - é a ordenada na origem

$\beta_i$  - são os coeficientes de regressão

$\varepsilon_i$  - é a variável aleatória residual que descreve os efeitos em  $Y_i$  não explicados por  $X_k$ , ou seja, representa os erros ou resíduos do modelo.

Os coeficientes  $\beta_i$  representam os declives parciais - uma medida de influência de  $X_k$  em  $Y_i$ , ou seja, da variação de  $Y$  por unidade de variação de  $X_k$ .

O intervalo de confiança para a previsão é de 95%.

Relativamente à **descoloração do revestimento de fachada**, o modelo de regressão, tendo como variáveis independentes a idade, a última acção de manutenção/reparação, o tipo de revestimento de fachada, a proximidade a zonas arborizadas e a zonas residenciais de edifícios colectivos, não encontra qualquer ajustamento amostral. Efectuaram-se também, regressões lineares simples através do método de estimação *enter*<sup>42</sup> entre a descoloração e cada uma das variáveis independentes e, como era previsível, obteve-se para o valor do coeficiente de correlação  $R^{43}$  de *Pearson*, em todas as regressões referidas, valores inferiores a 0,2, confirmando a inexistência de correlação entre as variáveis. Não se encontrou assim um modelo que explique a variação daquela variável dependente, com os factores de degradação considerados. O mesmo acontece relativamente à variação da variável dependente (Quadro 6.11):

- **queda e destacamento de revestimentos de fachada**, em relação às variáveis independentes idade, última acção de manutenção/reparação e tipo de revestimento de fachada;
- **manchas de humidade em fachadas**, relativamente às variáveis independentes idade, última acção de manutenção/reparação, tipo de revestimento de fachada, proximidade ao mar, a zonas arborizadas, a zonas residenciais de edifícios colectivos.

Nos modelos apresentados relativos ao grau de degradação da ocorrência de (Quadro 6.11):

---

<sup>42</sup> Método *Enter*: opção que inclui todas as variáveis (Maroco, 2003).

<sup>43</sup> Coeficiente de correlação que varia entre -1 e 1.

- **fissuras**, das variáveis independentes inicialmente consideradas apenas duas não foram excluídas, apresentando o modelo um valor de  $R = 0,462$  e  $R^2 = 0,214$ . Verifica-se que 18,2% da variação média do grau de degradação relativo à fissuração das fachadas é determinado pela idade e pela última acção de manutenção/reparação implementada, sendo a restante variação 81,8% explicada por outros factores que estão incluídos na variável aleatória  $\varepsilon_i$ , não incluídos neste estudo;
- **manchas escuras devidas ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade**, das variáveis independentes inicialmente apenas uma não foi excluída, apresentando o modelo um valor de  $R = 0,524$  e  $R^2 = 0,274$ . Verifica-se que 26,0% da variação média do grau de degradação relativo à ocorrência desta patologia nas fachadas é determinado pela proximidade a zonas arborizadas, sendo a restante variação 74,0% explicada por outros factores que estão incluídos na variável aleatória  $\varepsilon_i$ , não incluídos neste estudo;
- **eflorescências**, das variáveis independentes inicialmente consideradas apenas duas não foram excluídas, apresentando o modelo um valor de  $R = 0,601$  e  $R^2 = 0,361$ . Verifica-se que 33,6% da variação média do grau de degradação relativo a esta patologia é determinado pela proximidade a zonas arborizadas e pela proximidade ao mar, sendo a restante variação 66,4% explicada por outros factores que estão incluídos na variável aleatória  $\varepsilon_i$ , não incluídos neste estudo.

Apesar de em cada um dos modelos apresentados existirem correlações entre as variáveis independentes e dependentes, obteve-se uma baixa percentagem da variação média de cada uma das variáveis dependentes estudadas relativamente às respectivas variáveis predictoras, e valores baixos para o coeficiente de determinação  $R^2$ , o que explica a baixa proporção das variáveis explicadas. Verifica-se também uma elevada percentagem da variação média das variáveis independentes consideradas no estudo, explicada pela variável aleatória  $\varepsilon_i$ . Os factores incluídos nesta variável, dado que não estão incluídos nos factores de degradação considerados, poderão incluir factores relacionados com o clima, incompatibilidade entre o revestimento de fachada e o suporte, erros de projecto, erros de execução (Shohet et Patciuk, 2006; Teo, 2005).

Pode-se então concluir pela baixa adequação da previsão destes modelos relativamente à amostra em estudo. Releva-se no entanto, a importância deste estudo para o estabelecimento de modelos de defeitos em função dos factores de degradação, para se conhecer mais profundamente como é que aqueles variam em função destes. Necessitar-se-ia no entanto de resultados de uma amostra mais numerosa, na qual existisse influência dos

vários factores de degradação indicados.

Quadro 6.11 - Modelos de variação da gravidade das anomalias: coeficientes e valores estatísticos da regressão linear

Patologia	Variável	Coeficiente de regressão não estandardizado	Erro estand.	Coef.	T	Sig.	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>
Fissuras	(Constante)	5,607	0,297		8,908	0,000	0,214	0,182
	Última acção de manutenção	0,192	0,064	0,378	0,983	0,04		
	Idade	-0,246	0,095	0,329	2,591	0,013		
Descoloração								
Queda e destacamento								
Microrganismos	(Constante)	7,591	0,300		5,325	0,000	0,274	0,260
	Junto a zonas arborizadas	-1,720	,392	0,524	4,389	,000		
Eflorescências	(Constante)	8,906	,137		5,028	,000	,361	0,336
	Junto a zonas arborizadas	-0,849	,168	0,581	5,053	,000		
	Junto ao mar	-0,588	,231	0,292	2,541	,014		
Manchas de humidade								

Sig. - Significância;

R<sup>2</sup><sub>aj</sub> - coeficiente de determinação ajustado à população - variação média;

R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação (entre 0 e 1) - proporção de variância explicada pelo modelo;

R - coeficiente de correlação.

O teste F valida em termos globais o modelo e não cada um dos seus parâmetros isoladamente, pelo que, pelos respectivos resultados, Quadro 6.12, se verifica que os modelos ajustados aos dados, apesar da baixa adequação da previsão, são significativos, dado que *p-value*=0 (sig.). Pode-se assim concluir que, em cada modelo, pelo menos um factor de degradação tem um efeito significativo sobre a variação da patologia considerada, o que vem de encontro ao apresentado em 6.2.



Quadro 6.12 - Teste F

Patologia		Soma dos quadrados	df	Média quadrática	F	Sig.
Fissuras	Regressão	12,065	2	6,032	6,795	0,002
	Residual	44,388	50	0,888		
	Total	56,453	52			
Descoloração	Regressão					
	Residual					
	Total					
Queda e destacamento	Regressão					
	Residual					
	Total					
Microrganismos	Regressão	38,066	1	38,066	19,259	0,000
	Residual	100,802	51	1,977		
	Total	138,868	52			
Eflorescências	Regressão	9,954	2	4,977	14,146	0,000
	Residual	17,593	50	0,352		
	Total	27,547	52			
Manchas de humidade	Regressão					
	Residual					
	Total					

#### 6.4.2. Modelo de regressão linear múltipla: índice de avaliação de edifícios - anomalias

Dado que o objectivo deste trabalho é a determinação de um índice de avaliação do estado de conservação dos edifícios da amostra, a partir do modelo de agregação de resultados apresentado em 5.2.3, determinou-se um índice de avaliação global dos edifícios - IA1, a partir das graduações obtidas para cada uma das anomalias estudadas, previamente agregadas pelo mesmo método. Pretende-se agora, através do modelo de regressão linear múltipla, estimar a medida de influência das variáveis predictoras no IA. Foram utilizados os valores de graduação obtidos pelo método de agregação não ponderado, dado que através deste se obteve uma maior diversidade de classificações.

Aplicou-se o modelo de regressão linear múltipla, para analisar a relação entre a variável dependente - índice de avaliação dos edifícios da amostra - e o conjunto de variáveis independentes consideradas relativamente às anomalias observadas nas fachadas (grau de degradação das fissuras, da descoloração, da queda e destacamento, das manchas escuras devidas ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade, das eflorescências, das manchas de humidade), o grau de degradação dos vãos envidraçados, da cobertura e do sistema de drenagem de águas pluviais.

Utilizando o SPSS, efectuou-se a regressão linear múltipla com recurso à selecção *Forward*<sup>44</sup>, *Backward*<sup>45</sup> e *Stepwise*<sup>46</sup>. Os resultados (Anexo P) foram analisados e comparados tendo-se concluído que:

- pela selecção *Forward* e *Stepwise* obtiveram-se quatro modelos de variação, exactamente iguais pelas duas selecções, cujos coeficientes e valores estatísticos figuram no Quadro 6.13 e no Quadro 6.14, que reduziram as nove variáveis independentes iniciais para uma, duas, três e quatro respectivamente;

Quadro 6.13 - Resumo dos modelos (selecção *Forward* e *Stepwise*)

Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	Erro estandardizado da estimativa
<b>Modelo1</b>	0,728 (a)	0,531	0,521	0,972
<b>Modelo2</b>	0,824 (b)	0,679	0,666	0,812
<b>Modelo3</b>	0,864 (c)	0,747	0,731	0,728
<b>Modelo4</b>	0,877(d)	0,769	0,750	0,703

(a) Predictores: (Constante), Descoloração do revestimento de fachadas.

(b) Predictores: (Constante), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas.

(c) Predictores: (Constante), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados.

(d) Predictores: (Constante), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados, Cobertura.

Variável dependente: Índice de Avaliação dos Edifícios (IA1).

<sup>44</sup> Selecção *Forward* - “Neste método de selecção de variáveis o modelo inicial inclui apenas a constante  $B_0$ . No primeiro passo, a primeira variável independente adicionada é aquela que apresentar uma maior correlação (em valor absoluto) com a variável dependente, isto é a variável independente (por exemplo  $X_1$ ) cuja adição ao modelo produzir o maior valor da estatística  $F$  da ANOVA de regressão linear (ou de modo semelhante que conduza ao maior aumento de  $R^2$ ). Esta variável é adicionada ao modelo se a estatística  $F$  associada for maior do que um valor crítico de entrada  $F_{\text{entry}} = 2$  e  $\alpha = 0,10$  ou  $\alpha = 0,05$ . A próxima variável independente a adicionar ao modelo é aquela que apresentar a maior correlação com  $Y$  depois de ajustados os efeitos de  $X_1$  sobre  $Y$ . Este procedimento continua até que uma determinada variável não possua um  $F$  maior que  $F_{\text{entry}}$  (ou que o  $p$ -value associado não seja menor que  $\alpha$ ), ou até que todas as variáveis independentes entrem no modelo” (Maroco, 2003).

<sup>45</sup> Selecção *Backward* - “Neste método, o modelo é iniciado com todas as  $p$  variáveis independentes e no passo seguinte é calculada uma estatística  $F$  parcial para cada variável como se esta fosse a última a entrar no modelo. A variável com menor valor de  $F$  (ou com maior  $p$ -value) é comparada com um valor crítico  $F_{\text{removal}}$  (ou com o nível de significância fixado) e se o valor de  $F$  parcial for menor que o  $F_{\text{removal}}$ , essa variável é removida do modelo. No próximo passo, um novo modelo com  $p - 1$  variáveis independentes é ajustado e o menor  $F$  parcial é comparado com  $F_{\text{removal}}$ . Este procedimento continua até que não existam variáveis no modelo ou até que todas as variáveis presentes no modelo possuam um  $F$  parcial superior ao  $F_{\text{removal}}$ ” (Maroco, 2003).

<sup>46</sup> Selecção *Stepwise* - “Este método é um híbrido dos dois métodos anteriores. No primeiro passo a selecção *Stepwise* inicia-se só com uma variável independente (como o método *Forward*) mas a significância de cada adição de uma nova variável independente ao modelo é testada como no método *Backward*. A vantagem deste método é que permite a remoção de uma variável cuja importância no modelo é reduzida pela adição de novas variáveis (o método *Stepwise* é particularmente apropriado quando existem correlações significativas entre as variáveis independentes). Este procedimento termina quando nenhuma das variáveis independentes ainda de fora, consegue entrar no modelo com base no  $F_{\text{entry}}$ , e nenhuma das variáveis independentes presente no modelo é expulsa do modelo com base no  $F_{\text{removal}}$ ” (Maroco, 2003).

Quadro 6.14 - Modelos de variação do índice de avaliação dos edifícios: coeficientes e valores estatísticos da regressão linear (selecção *Forward* e *Stepwise*)

Modelo	Variável	Coeficiente de regressão não estandardizado	Erro stand.	Coeficiente estandardizado	T (valor-T)	Sig.	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>
Modelo1	(Constante)	2,637	0,427		6,173	0,000	0,521
	Descoloração do revestimento de fachadas	0,520	0,068	0,728	7,593	0,000	
Modelo2	(Constante)	0,036	0,661		-0,054	0,957	0,666
	Descoloração do revestimento de fachadas	0,498	0,057	0,698	8,678	0,000	
	Fissuras em fachadas	0,521	0,108	0,386	4,805	0,000	
Modelo3	(Constante)	1,917	0,787		-2,435	0,019	0,731
	Descoloração do revestimento de fachadas	0,448	0,053	0,628	8,411	0,000	
	Fissuras em fachadas	0,547	0,098	0,406	5,613	0,000	
	Vãos envidraçados	0,427	0,118	0,270	3,630	0,001	
Modelo4	(Constante)	2,443	0,798		-3,061	0,004	0,750
	Descoloração do revestimento de fachadas	0,405	0,055	0,568	7,349	0,000	
	Fissuras em fachadas	0,501	0,097	0,371	5,187	0,000	
	Vãos envidraçados	0,417	0,113	0,264	0,676	0,001	
	Cobertura	0,171	0,080	0,166	0,149	0,037	

Nota: Variável dependente: Índice de Avaliação dos Edifícios (IA1).

pela selecção *Backward* obtiveram-se cinco modelos de variação, cujos coeficientes e valores estatísticos figuram no Quadro 6.15 e no

- Quadro 6.16, na qual o modelo 5 reduz as nove variáveis independentes iniciais para cinco;

Quadro 6.15 - Resumo dos modelos (selecção *Backward*)

Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	Erro estandardizado da estimativa
<b>Modelo1</b>	0,892(a)	0,796	0,753	0,699
<b>Modelo2</b>	0,892(b)	0,796	0,758	0,691
<b>Modelo3</b>	0,889(c)	0,790	0,757	0,692
<b>Modelo4</b>	0,887(d)	0,787	0,759	0,690
<b>Modelo 5</b>	0,885(e)	0,783	0,760	0,689

(a) Predictores: (Constante), Cobertura, Eflorescências, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Queda e destacamento, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais, Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade.

(b) Predictores: (Constante), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Queda e destacamento, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais, Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade.

(c) Predictores: (Constante), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais, Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade.

(d) Predictores: (Constante), Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais.

(e) Predictores: (Constante), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais.

Variável dependente: Índice de Avaliação dos Edifícios (IA1).

Quadro 6.16 - Modelos de variação do índice de avaliação dos edifícios: coeficientes e valores estatísticos da regressão linear (selecção “*Backward*”)

Modelo	Variável	Coef. de regressão não estandardizado	Erro estand.	Coef. estand.	T (valor- T)	Sig.	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>
<b>Modelo1</b>	(Constante)	-2,449	1,701		-1,440	0,157	0,753
	Fissuras em fachadas	0,514	0,100	0,381	5,138	0,000	
	Descoloração do revestimento de fachadas	0,227	0,119	0,318	1,900	0,064	
	Queda e destacamento	-0,201	0,204	-0,087	-0,987	0,329	
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	0,131	0,136	0,153	0,966	0,340	
	Eflorescências	-0,031	0,202	-0,016	-0,156	0,877	
	Vãos envidraçados	0,419	0,137	0,266	3,050	0,004	
	Sistema de drenagem de águas pluviais	0,202	0,099	0,219	2,029	0,049	
	Manchas de humidade em fachadas	0,100	0,091	0,092	1,095	0,279	
	Cobertura	0,186	0,091	0,181	2,054	0,046	

Modelo	Variável	Coef. de regressão não estandardizado	Erro estand.	Coef. estand.	T (valor- T)	Sig.	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>
Modelo2	(Constante)	-2,569	1,499		-1,713	0,094	0,758
	Fissuras em fachadas	0,513	0,099	0,380	5,204	0,000	
	Descoloração do revestimento de fachadas	0,234	0,110	0,327	2,127	0,039	
	Queda e destacamento	-0,211	0,193	-0,091	-1,089	0,282	
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	0,118	0,106	0,138	1,118	0,270	
	Vãos envidraçados	0,414	0,132	0,262	3,135	0,003	
	Sistema de drenagem de águas pluviais	0,204	0,097	0,221	2,089	0,043	
	Manchas de humidade em fachadas	0,103	0,088	0,095	1,175	0,246	
	Cobertura	0,182	0,086	0,177	2,123	0,039	
Modelo3	(Constante)	-3,574	1,184		-3,019	0,004	0,757
	Fissuras em fachadas	0,489	0,096	0,362	5,079	0,000	
	Descoloração do revestimento de fachadas	0,259	0,108	0,363	2,412	0,020	
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	0,080	0,100	0,093	0,799	0,428	
	Vãos envidraçados	0,394	0,131	0,250	3,009	0,004	
	Sistema de drenagem de águas pluviais	0,163	0,090	0,177	1,807	0,077	
	Manchas de humidade em fachadas	0,090	0,087	0,082	1,028	0,309	
	Cobertura	0,175	0,086	0,170	2,042	0,047	

Modelo	Variável	Coef. de regressão não estandardizado	Erro estand.	Coef. estand.	T (valor- T)	Sig.	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>
<b>Modelo4</b>	(Constante)	-2,922	0,855		-3,418	0,001	0,759
	Fissuras em fachadas	0,494	0,096	0,366	5,164	0,000	
	Descoloração do revestimento de fachadas	0,326	0,067	0,457	4,842	0,000	
	Vãos envidraçados	0,350	0,118	0,222	2,961	0,005	
	Sistema de drenagem de águas pluviais	0,141	0,086	0,153	1,648	0,106	
	Manchas de humidade em fachadas	0,083	0,086	0,076	0,959	0,342	
	Cobertura	0,150	0,080	0,146	1,888	0,065	
<b>Modelo5</b>	(Constante)	-2,605	0,788		-3,307	0,002	0,760
	Fissuras em fachadas	0,506	0,095	0,375	5,347	0,000	
	Descoloração do revestimento de fachadas	0,343	0,065	0,481	5,288	0,000	
	Vãos envidraçados	0,349	0,118	0,221	2,959	0,005	
	Sistema de drenagem de águas pluviais	0,147	0,085	0,159	1,723	0,091	
	Cobertura	0,165	0,078	0,160	2,119	0,039	

Variável dependente: Índice de Avaliação dos Edifícios (IA1)

- verifica-se uma maior incidência de variáveis, dos modelos produzidos através da selecção *Backward*, com *p-value* superior a 0,05 (*p-value*  $\geq$  *a*), o que as torna em variáveis não significativas no modelo;
- verifica-se uma maior coincidência entre as variáveis seleccionadas pelo modelo 4 (selecção *Forward* e *Stepwise*) e pelo modelo 5 (selecção *Backward*);
- comparando os valores de R<sup>2</sup><sub>aj</sub> dos dois modelos referidos, no primeiro R<sup>2</sup><sub>aj</sub> = 0,750 e no segundo R<sup>2</sup><sub>aj</sub> = 0,760;
- apesar do valor de R<sup>2</sup><sub>aj</sub> do modelo 5 ser superior, relativamente à quinta variável que este modelo introduz, “degradação do sistema de drenagem de águas pluviais” verifica-se que tem um *p-value*=0,091 superior a 0,05 (*p-value*  $\geq$  *a*), o que a torna numa variável não significativa no modelo.
- opta-se então pela escolha do modelo 4 gerado pela selecção *Forward* e *Stepwise*.

#### 6.4.2.1. Análise do modelo seleccionado

O objectivo inferencial do método é avaliar através de estimativas amostrais se de facto na população, alguma das variáveis independentes podem ou não influenciar a variável dependente, ou seja, se o modelo ajustado é ou não significativo.

As hipóteses são  $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$  vs  $\exists i: H_1: \beta_i \neq 0, (i = 1, \dots, p)$ .

O SPSS produz o *p-value* associado à estatística de teste F (F-Snedecor) para  $(n - p - 1)$  graus de liberdade e, como dos resultados obtidos se verifica que o nível de significância do teste F é 0, valor inferior a 0,05 ( $p\text{-value} \leq \alpha$ ), pode-se concluir que no modelo pelo menos uma variável preditora tem um efeito significativo sobre a variação da variável dependente (Quadro 6.17). Pode-se afirmar que os modelos assim ajustados aos dados são significativos (Maroco, 2003).

Quadro 6.17 - ANOVA - Teste F

Modelo		Soma dos quadrados	df	Média quadrática	F	Sig.
Modelo 4	Regressão	79,036	4	19,759	39,987	0,000
	Residual	23,718	48	0,494		
	Total	102,755	52			

Segue-se a verificação se no modelo, todas ou apenas algumas variáveis independentes influenciam a variável dependente.

As hipóteses são:  $H_0: \beta_i = k$  vs  $H_1: \beta_i \neq k, (i = 1, \dots, p)$ .

Esta verificação é feita pela estatística de teste *t-Student* que é válido para cada uma das variáveis, uma de cada vez, mas não é válido quando se faz a extrapolação para qual ou quais das variáveis influenciam em simultâneo a variável independente. Esta estatística com  $(n - p - 1)$  graus de liberdade é a probabilidade *p-value* e tem como regra a rejeição de  $H_0$  se  $p\text{-value} \leq \alpha$ . Assim tem que se considerar um nível de significância de  $\alpha/p = 0,01$  (correção de *Bonferroni*) e não de  $\alpha$  (Maroco, 2003). Dos resultados obtidos verifica-se que no modelo, todas as variáveis independentes têm um nível de significância inferior a 0,05 logo  $p\text{-value} \leq \alpha$ , podendo-se concluir que todas afectam significativamente o IA1. O mesmo já não se passa com a correção de *Bonferroni*, pois verifica-se que a variável correspondente à degradação da cobertura já não é tida como significativa no modelo, pois apesar do seu  $p\text{-value} = 0,037$  ser inferior a 0,05, é superior a 0,01 (Quadro 6.18).

Relativamente ao coeficiente de determinação  $R^2$  é uma das medidas de qualidade de ajustamento mais usada e mede a proporção da variabilidade total que é explicada pela regressão ( $0 \leq R^2 \leq 1$ ), ou seja, a variabilidade total de  $Y$  que é atribuível à dependência do  $Y$  de todos os  $X_i$ , como definido pelo ajustamento do modelo de regressão aos dados. Porém, como este indicador tende a aumentar quando no modelo se introduz mais variáveis independentes, mesmo que estas tenham influência reduzida na variável dependente, é mais seguro utilizar-se o coeficiente de determinação ajustado  $R^2_{aj}$ , dado que apenas aumenta se a adição de nova variável ao modelo conduzir a um melhor ajustamento do modelo aos dados, isto é, se a variância dos erros diminuir relativamente à variância total. Além disto  $R^2_{aj}$  é um melhor estimador do coeficiente de determinação na população -  $\rho^2$  (Maroco, 2003).

Relativamente ao coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e ao coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), verifica-se que no modelo  $R^2_{aj} = 0,750$ , pelo que se pode afirmar que 75,0% da variabilidade total em  $Y$  (IA1) é explicada pelas variáveis independentes presentes no modelo de regressão linear ajustado (o grau de degradação da descoloração dos revestimentos de fachada, a fissuração das fachadas, as anomalias dos vãos envidraçados e da cobertura).

Relativamente à inferência para a população coloca-se a questão do modelo ajustado ser significativo, pelo que a ANOVA (*Analysis of Variance*) da regressão, permite testar as hipóteses  $H_0: B_1 = B_2 = \dots = B_p = 0$  vs  $\exists i: H_1: B_i \neq 0$ , ( $i = 1, \dots, p$ ), equivalentes a  $H_0: \rho^2 = 0$  vs  $H_1: \rho^2 \neq 0$ . Dado que se obteve um valor de  $F = 39,987$  (Quadro 6.17) com 4 e 48 graus de liberdade, e esta estatística de teste tem associado um  $p\text{-value} = 0$  (sig.), rejeita-se  $H_0$  em favor de  $H_1$ , pelo que o modelo é ajustado.

Quadro 6.18 - Regressão linear múltipla: modelo seleccionado

Modelo	Variável	Coef. de regressão não estandardizado	Erro estand.	Coef. estand.	T (valor- T)	Sig.	$R^2_{aj}$
Modelo4	(Constante)	-2,443	0,798		-3,061	0,004	0,750
	Descoloração do revestimento de fachadas	0,405	0,055	0,568	7,349	0,000	
	Fissuras em fachadas	0,501	0,097	0,371	5,187	0,000	
	Vãos envidraçados	0,417	0,113	0,264	3,676	0,001	
	Cobertura	0,171	0,080	0,166	2,149	0,037	

Pode-se então escrever a equação geral do modelo ajustado, que indica o valor esperado de IA:



$$IA = -2,443 + 0,405X_1 + 0,501X_2 + 0,417X_3 + 0,171X_4 + \varepsilon \quad (6.2)$$

onde:

IA - Índice de avaliação dos edifícios

$X_1$  - Grau de degradação da descoloração dos revestimentos de fachada

$X_2$  - Grau de degradação da fissuração da fachada

$X_3$  - Grau de degradação dos vãos envidraçados

$X_4$  - Grau de degradação da cobertura

$\varepsilon$  - Variável aleatória residual

Estatisticamente para se determinar se todas as variáveis independentes contribuem de igual forma para o modelo, ou seja, se terão todas um efeito significativo na predição de IA, é necessário usar os coeficientes de regressão estandardizados, também conhecidos por coeficientes  $\beta$ , que aparecem na coluna “Coeficiente estandardizado” do Quadro 6.18, dos resultados do SPSS (Maroco, 2003). Da análise destes coeficientes pode-se concluir que as variáveis  $X_1$ ,  $X_2$  e  $X_3$  apresentam as maiores contribuições relativas para explicar o comportamento de IA, no modelo. A elevada contribuição da variável  $X_1$  compreende-se pela grande incidência desta patologia na amostra considerada. Relativamente à variável  $X_4$ , a degradação registada só ocorreu quando os habitantes têm queixas efectivas relativamente a falhas de estanquidade. Os aspectos de degradação visual da cobertura, ou por dificuldade de observação, ou por não serem valorizados pelos habitantes, não pesaram na graduação desta variável. Além disto, os problemas de infiltrações pela cobertura não são uma anomalia tão generalizada, na amostra analisada, como as restantes anomalias, consideradas no modelo. Quando ao grau de degradação relativo à fissuração, a metodologia de observação desenvolvida permite uma maior eficácia e objectividade relativamente a esta patologia do que relativamente às restantes anomalias observadas. O facto dos elementos de cerramento dos vãos envidraçados apresentarem, na generalidade da amostra, graves anomalias relativamente à estanquidade à água e à permeabilidade ao ar, contribuiu de forma significativa para a determinação do IA.

#### 6.4.2.2. Validação dos pressupostos do modelo de regressão linear

Após a estimação dos coeficientes de regressão linear, o modelo só pode ser usado com objectivos de estimação e inferência de relações funcionais entre a variável dependente e as variáveis independentes se, um conjunto de pressupostos for verificado.

Este modelo exige que: os erros sejam aleatórios, independentes e com distribuição

normal de média zero e variância constante. Adicionalmente é necessário que as variáveis independentes sejam ortogonais (não sejam correlacionadas, ou quando muito apresentem correlações fracas).

No Quadro 6.19 são apresentados os resultados da análise da regressão, com a adição da estatística de *Durbin-Watson* calculada pelo SPSS.

Quadro 6.19- Resumo do modelo com a estatística de *Durbin-Watson*

Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	Erro stand. da estimativa	<i>Durbin-Watson</i>
Modelo 4	0,877	0,769	0,750	0,703	0,916

Relativamente ao pressuposto da independência dos resíduos, pela estatística *d* de *Durbin-Watson*, consultando a tabela dos valores críticos obtém-se por interpolação para  $n = 53$  e  $p = 4$ , que  $d_L = 1,398$  e  $d_U = 1,723$ , pelo que  $d_L = 1,398 > d = 0,916 < d_U = 1,723$ , logo rejeita-se  $H_0$  (não existe auto-correlação entre os resíduos), sendo a auto-correlação positiva, pelo que os resíduos não são independentes (Maroco, 2003).

Relativamente à distribuição normal dos resíduos na normal *probability plot* a maioria dos pontos não está em cima da diagonal principal, podendo-se concluir que os resíduos não têm distribuição normal. Nos outros dois gráficos de resíduos vê-se que se verificam os outros pressupostos, já que os resíduos se distribuem aproximadamente de forma aleatória em torno do zero (Anexo P).

Apesar de não se verificarem todos os pressupostos iniciais do modelo não se deixa de apresentar os seus resultados, porque em desenvolvimentos futuros, com amostras maiores, poder-se-á, por um lado, verificar todos os pressupostos e por outro, com a avaliação de outras variáveis, construir um modelo ainda mais ajustado à população.

A equação obtida neste estudo (expressão 6.2) representa um modelo importante para a determinação do índice global de avaliação dos edifícios, a partir da avaliação de quatro aspectos relevantes da degradação da sua envolvente exterior. Reduziu-se assim de nove variáveis iniciais de avaliação, para quatro. Esta equação estima a medida de influência das variáveis preditoras no IA, tendo como base o grau de degradação de cada anomalia/patologia, determinado através da observação visual de cada edifício, tendo sido o modelo construído sob a influência dos GD do conjunto de edifícios. Os modelos apresentados anteriormente para a determinação do IA<sub>1</sub>, IA<sub>2</sub> e do ND, construíram-se com base na graduação dos GD atribuídos a

cada edifício independentemente dos outros: são pois modelos de agregação cujos resultados interpretam a degradação/desempenho de cada edifício. A equação anterior, construída a partir do conjunto de edifícios e dos respectivos GD, expressa o desempenho da envolvente exterior do conjunto de edifícios da amostra, em função do grau de degradação das variáveis que mais influenciam esse desempenho, de acordo com as observações efectuadas.

Em trabalhos futuros, com amostras diferentes, poder-se-á testar e mesmo melhorar este modelo.

## 6.5 ANÁLISE DISCRIMINANTE

A análise discriminante é uma técnica de estatística multivariada que tem como objectivos (Maroco, 2003):

- a identificação das variáveis que melhor diferenciam (ou discriminam) entre dois ou mais grupos de indivíduos estruturalmente diferentes e mutuamente exclusivos;
- a utilização destas variáveis para criar um índice ou função discriminante que represente as diferenças entre os grupos;
- a utilização desta função discriminante para classificar à priori novos indivíduos nos grupos.

As medidas de discriminação informam sobre as variáveis mais importantes em cada dimensão que são as que permitem identificar o significado da dimensão (valor máximo 1 quando a discriminação é perfeita) (Pestana e Gageiro, 1998).

É utilizada para se identificarem as características que distinguem os membros de um grupo dos de outro, de tal modo que conhecendo as características de um novo indivíduo, se possa prever a que grupo pertence (Ferreira, 2006).

Na amostra estudada pretende-se determinar as características principais entre os edifícios classificados com um determinado IA (variável categórica), em cada um dos graus obtidos. Através da função discriminante consegue-se maximizar a distinção entre os grupos, isto é, consegue-se representar os novos grupos de modo a que dentro deles a variação seja tão pequena quanto possível e que entre os grupos a diferença seja máxima.

As variáveis independentes (ou preditivas) são:

- nas fachadas o grau de degradação: das fissuras, da descoloração, da queda e destacamento, das manchas escuras devidas ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade, das eflorescências, das manchas de humidade;
- o grau de degradação dos vãos envidraçados, da cobertura e do sistema de drenagem de águas pluviais.

Apesar de alguns dos pressupostos que devem ser verificados na análise discriminante, não se observarem, nomeadamente no que respeita ao tamanho dos elementos de cada grupo (que deve ser maior do que o número de variáveis), efectuou-se esta análise dado o seu interesse e a robustez deste método. Os resultados obtidos pelo SPSS encontram-se no Anexo Q e indicam que 77,4% dos casos originalmente agrupados no respectivo IA foram classificados correctamente através da análise discriminante.

#### 6.5.1. Resultados da análise discriminante

Do resultado da análise discriminante efectuada sobre os valores de IA obtidos durante a inspecção visual, relativos ao grau de degradação das anomalias observadas, utilizando os valores de graduação obtidos pelo método de agregação não ponderado (IA1), conforme explicado em 6.4.1, obteve-se a matriz de correlação que se segue, entre a graduação dos grupos de anomalias observados (Quadro 6.20).

Quadro 6.20 - Matriz de correlação entre os grupos de anomalias

Correlação	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>
X <sub>1</sub>	1,000	-0,371	0,046	-0,072	0,183	-0,380	-0,391	-0,079	-0,003
X <sub>2</sub>	-0,371	1,000	0,275	0,657	0,207	-0,079	0,350	0,149	0,042
X <sub>3</sub>	0,046	0,275	1,000	0,217	0,190	-0,024	0,349	0,207	0,040
X <sub>4</sub>	-0,072	0,657	0,217	1,000	0,596	-0,401	-0,057	0,068	-0,200
X <sub>5</sub>	0,183	0,207	0,190	0,596	1,000	-0,284	-0,203	-0,077	0,076
X <sub>6</sub>	-0,380	-0,079	-0,024	-0,401	-0,284	1,000	0,289	-0,129	-0,062
X <sub>7</sub>	-0,391	0,350	0,349	-0,057	-0,203	0,289	1,000	0,025	-0,055
X <sub>8</sub>	-0,079	0,149	0,207	0,068	-0,077	-0,129	0,025	1,000	0,183
X <sub>9</sub>	-0,003	0,042	0,040	-0,200	0,076	0,062	-0,055	0,183	1,000

X<sub>1</sub> - Fissuras em fachadas

X<sub>2</sub> - Descoloração do revestimento de fachadas

X<sub>3</sub> - Queda e destacamento

X<sub>4</sub> - Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade

X<sub>5</sub> - Eflorescências

X<sub>6</sub> - Vãos envidraçados

X<sub>7</sub> - Sistema de drenagem de águas pluviais

X<sub>8</sub> - Manchas de humidade em fachadas

X<sub>9</sub> - Cobertura

A matriz de correlação entre os grupos indica uma correlação baixa entre quase todas as variáveis, e uma correlação, não muito forte, entre:

- manchas escuras devidas ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade e a descoloração do revestimento de fachadas - explicada pelo facto da graduação atribuída à descoloração ser, na generalidade dos casos analisados, atribuída de acordo com a graduação das manchas devidas ao desenvolvimento de microrganismos. Sendo estas predominantes não se poderia atribuir uma melhor classificação relativamente à descoloração;
- manchas escuras devidas ao desenvolvimento de microrganismos e eflorescências - explicada pelo facto de estas anomalias estarem presentes em simultâneo em mais de 50% dos edifícios da amostra;

A não existência de correlação entre as variáveis (um dos pressupostos a observar-se na análise discriminante) indica a existência de variáveis discriminantes, isto é, de variáveis que diferenciam os grupos. Verifica-se desde já que a degradação relativa às manchas escuras devidas ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade, não constitui uma variável discriminante dado que se trata de uma patologia que afecta a generalidade dos edifícios da amostra, sendo portanto comum aos vários grupos de edifícios.

### 6.5.2. Selecção das variáveis discriminantes

Perante as variáveis independentes consideradas, importa verificar quais as que contribuem de forma significativa para a diferenciação dos grupos, recorrendo-se para isso ao teste da igualdade das médias para cada uma das variáveis incluídas no estudo (Quadro 6.21).

Quadro 6.21 - Teste da igualdade das médias dos grupos

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
Fissuras em fachadas	0,709	3,849	5	47	0,005
Descoloração do revestimento de fachadas	0,437	12,132	5	47	0,000
Queda e destacamento	0,757	3,013	5	47	0,019
Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	0,849	1,670	5	47	0,160
Eflorescências	0,741	3,281	5	47	0,013
Vãos envidraçados	0,706	3,909	5	47	0,005
Sistema de drenagem de águas pluviais	0,623	5,700	5	47	0,000
Manchas de humidade em fachadas	0,699	4,042	5	47	0,004
Cobertura	0,674	4,544	5	47	0,002

Dado que se tem 9 variáveis no estudo, o *p-value* tem que ser comparado com  $\alpha/9$  e não com  $\alpha$  (sig.). Assim para uma probabilidade de erro de 5% ( $\alpha=0,05$ ) pode-se concluir que para

todas as variáveis, com excepção da queda e destacamento, das manchas devido ao desenvolvimento de microrganismos e das eflorescências, existe pelo menos um grupo onde as médias são diferentes ( $p\text{-value} \leq \alpha/9$ ) - teste da igualdade das médias, pelo que, considerando estas variáveis individuais, se pode concluir que são significantes na diferenciação dos grupos (Maroco, 2003). Relativamente à variável manchas devido ao desenvolvimento de microrganismos como estão correlacionadas com a descoloração do revestimento das fachadas, está-se na presença de colinearidade, pelo que uma das variáveis é dispensável. Isto não significa no entanto que a variável não seja capaz de discriminar entre grupos, apenas se está a afirmar que é redundante com a variável descoloração.

### 6.5.3. Funções discriminantes

O procedimento produziu cinco funções discriminantes. Porém nem todas as funções são estatisticamente significativas.

Quadro 6.22 - Valores próprios associados às funções discriminantes

Função	Valor próprio	% de Variância	% Cumulativa	Correlação Canónica
1	5,117(a)	79,7	79,7	0,915
2	0,695(a)	10,8	90,5	0,640
3	0,326(a)	5,1	95,6	0,496
4	0,178(a)	2,8	98,4	0,388
5	0,105(a)	1,6	100,0	0,308

(a) Entraram na análise as primeiras 5 funções canónicas discriminantes.

De acordo com os resultados apresentados no Quadro 6.22, o valor próprio associado à primeira função é 5,117, o que corresponde a 79,7% da variância dos dados explicada (não em termos de variação total mas sim das diferenças entre os grupos). A segunda função, por seu lado, explica 10,8% da variância dos dados. Para se testar a hipótese nula de que os centróides<sup>47</sup> dos grupos são iguais, ou se pelo contrário, existe pelo menos um diferente, devem considerar-se as cinco funções em simultâneo. Esta verificação efectua-se através da estatística de teste de *Wilks' Lambda* (Quadro 6.23).

<sup>47</sup> Centróides dos grupos - média de todas as m funções discriminantes para cada um dos g grupos.

Quadro 6.23 - Estatística do teste *Wilks' Lambda*

Teste de Funções	<i>Wilks' Lambda</i>	Chi-quadrado	df	Sig.
1 para 5	0,056	128,351	45	0,000
2 para 5	0,342	47,755	32	0,036
3 para 5	0,580	24,274	21	0,280
4 para 5	0,769	11,717	12	0,469
5	0,905	4,437	5	0,488

O SPSS efectua a verificação da significância de todas as funções discriminantes em m passos sucessivos, em que, em cada um dos passos, se elimina a função com maior poder discriminante.

No Quadro 6.23 a primeira linha (1 para 5), indica que não foi removida nenhuma função. Este teste tem uma significância inferior a 5%.

A segunda linha indica que quando a primeira função é removida, o teste ainda é significativo (significância inferior a 5%).

Quando as duas funções são removidas (3 para 5), o teste não é significativo (Sig. = 0,280). Isto significa que o poder discriminante (para diferenciar os grupos), da terceira função e seguintes, não é estatisticamente significativo.

Conclui-se pelo Quadro 6.22 que a maior proporção da variância (em termos de diferença entre os grupos), é explicada pela primeira função discriminante e no quadro seguinte, que esta é a função estatisticamente significativa (apesar da função dois ainda ser, tem um *p-value* bastante superior).

#### 6.5.4. Coeficientes canónicos

“Os coeficientes  $w_i$  das funções discriminantes são uma medida relativa da importância das variáveis originais  $i$  ( $i=1, 2, \dots, p$ ) nas funções discriminantes. Quanto maior for o coeficiente dessa variável nessa função, maior será a sua contribuição na discriminação entre os grupos”, como pode ser observado no Quadro 6.24 de coeficientes estandardizados das funções discriminantes (Maroco, 2003).

Quadro 6.24 - Coeficientes canônicos estandardizados da função discriminante

	Função				
	1	2	3	4	5
Fissuras em fachadas	0,981	0,080	0,107	0,537	0,056
Descoloração do revestimento de fachadas	0,583	0,016	-1,098	-0,715	-0,150
Queda e destacamento	-0,288	0,435	0,293	0,073	0,016
Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	0,360	-0,392	1,190	0,231	0,534
Eflorescências	-0,223	0,910	-0,253	-0,413	-0,460
Vãos envidraçados	0,663	0,543	-0,152	0,204	0,685
Sistema de drenagem de águas pluviais	0,408	-0,193	0,575	0,118	-0,674
Manchas de humidade em fachadas	0,295	0,071	-0,333	0,375	-0,444
Cobertura	0,360	-0,348	0,813	-0,131	0,587

Esta tabela de coeficientes estandardizados indica um coeficiente elevado de correlação:

- na função 1, para as variáveis fissuras em fachadas, descoloração do revestimento de fachadas, manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade, vãos envidraçados, sistema de drenagem de águas pluviais e cobertura;
- na função 2, para as variáveis queda e destacamento, manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade, eflorescências, vãos envidraçados e cobertura.

Através dos coeficientes das funções de classificação (Quadro 6.25), poder-se-á proceder à classificação de um novo edifício ou seja, saber qual o seu índice de avaliação, através da graduação obtida para cada uma das respectivas variáveis independentes.



Quadro 6.25 - Coeficientes da função de classificação

	IA <sub>1</sub>					
	4	5	6	7	8	9
Fissuras em fachadas	9,401	11,163	13,598	14,963	14,610	18,750
Descoloração do revestimento de fachadas	0,726	0,013	1,653	0,940	2,576	4,316
Queda e destacamento	15,342	15,979	13,168	12,917	12,988	13,024
Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	-0,897	0,140	0,444	2,778	0,696	0,127
Eflorescências	22,311	22,254	19,676	16,790	20,785	22,879
Vãos envidraçados	16,684	17,844	19,126	21,113	20,300	25,989
Sistema de drenagem de águas pluviais	2,171	3,212	3,830	4,039	4,390	4,134
Manchas de humidade em fachadas	6,098	6,345	7,159	5,988	7,165	8,665
Cobertura	0,039	2,894	3,488	6,327	4,060	3,492
(Constante)	-241,674	-275,096	-273,863	-295,024	-310,369	-408,041

Função linear discriminante de Fisher

Assim as funções de classificação que permitem determinar a que grupo pertence um novo elemento da população são:

Função 1 (IA=4)  $C_1 = 9,401 X_1 + 0,726 X_2 + 15,342 X_3 - 0,897 X_4 + 22,311 X_5 + 16,684 X_6 + 2,171 X_7 + 6,098 X_8 + 2,039 X_9 - 241,674$

Função 2 (IA=5)  $C_2 = 11,163 X_1 + 0,013 X_2 + 15,979 X_3 - 0,140 X_4 + 22,254 X_5 + 17,844 X_6 + 3,212 X_7 + 6,345 X_8 + 2,894 X_9 - 275,096$

Função 3 (IA=6)  $C_3 = 13,598 X_1 + 1,653 X_2 + 13,169 X_3 + 0,444 X_4 + 19,676 X_5 + 19,126 X_6 + 3,830 X_7 + 7,159 X_8 + 3,488 X_9 - 273,863$

Função 4 (IA=7)  $C_4 = 14,963 X_1 + 0,940 X_2 + 12,917 X_3 + 2,778 X_4 + 16,790 X_5 + 21,113 X_6 + 4,039 X_7 + 5,988 X_8 + 6,327 X_9 - 295,024$

Função 5 (IA=8)  $C_5 = 14,610 X_1 + 2,576 X_2 + 12,988 X_3 + 0,696 X_4 + 20,785 X_5 + 20,300 X_6 + 4,390 X_7 + 7,165 X_8 + 4,060 X_9 - 310,369$

Função 6 (IA=9)  $C_6 = 18,750 X_1 + 4,316 X_2 + 13,024 X_3 + 0,127 X_4 + 22,879 X_5 + 25,989 X_6 + 4,134 X_7 + 8,665 X_8 + 3,492 X_9 - 408,041$

Por exemplo para um edifício com uma avaliação de:

$$X_1 = 6; X_2 = 6; X_3 = 9; X_4 = 6; X_5 = 9; X_6 = 5; X_7 = 5; X_8 = 5; X_9 = 6,$$

a função de classificação para a qual se obtém um resultado mais elevado é a:

$$\text{Função 2 (IA=5)} \quad C_2 = 11,163 X_1 + 0,013 X_2 + 15,979 X_3 - 0,140 X_4 + 22,254 X_5 + 17,844 X_6 + 3,212 X_7 + 6,345 X_8 + 2,894 X_9 - 275,096 = 291,266$$

De acordo com a tabela de cálculo apresentada para este exemplo (Quadro 6.26), este resultado é influenciado pelo facto da variável discriminante  $X_6$  ter uma graduação igual a 5, atribuindo ao edifício um índice de avaliação global de 5.

Quadro 6.26 - Função de classificação - Exemplo de aplicação

	Função 1	Função 2	Função 3	Função 4	Função 5	Função 6
	IA=4	IA=5	IA=6	IA=7	IA=8	IA=9
$X_i$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$
6	56,406	66,978	81,588	89,778	87,660	112,500
6	4,356	0,078	9,918	5,640	15,456	25,896
9	138,078	143,811	118,512	116,253	116,892	117,216
6	-5,382	0,840	2,664	16,668	4,176	0,762
9	200,799	200,286	177,084	151,110	187,065	205,911
5	83,420	89,220	95,630	105,565	101,500	129,945
5	10,855	16,060	19,150	20,195	21,950	20,670
5	30,490	31,725	35,795	29,940	35,825	43,325
6	12,234	17,364	20,928	37,962	24,360	20,952
	-241,674	-275,096	-273,863	-295,024	-310,369	-408,041
Resultado	289,582	291,266	287,406	278,087	284,515	269,136

Assim as funções de classificação obtidas através da análise discriminante, podem constituir por si, um método para a determinação do IA do edifício, calculado a partir da graduação de cada uma das anomalias indicadas.

Este método revela-se importante para a obtenção do valor global de IA de um edifício, através das respectivas funções de classificação. Verifica-se que a análise discriminante agrupa os edifícios num determinado grupo desde que uma das variáveis discriminantes tenha influência nessa classificação. Da análise efectuada no Anexo Q, este agrupamento em alguns casos, quando influenciado única e exclusivamente pela graduação de uma das variáveis discriminantes não é totalmente correcto, pelo que a determinação do IA deve ser efectuada através das funções de classificação.

Da representação gráfica dos centróides de cada grupo nas funções discriminantes, Figura 6.22, poder-se-á concluir pela constituição de três grandes grupos de edifícios:

- Grupo A - no qual se agrupam os edifícios com IA1, 4 e 5;
- Grupo B - no qual se agrupam os edifícios com IA1, 6, 7 e 8;
- Grupo C - no qual se agrupam os edifícios com IA1, 9.

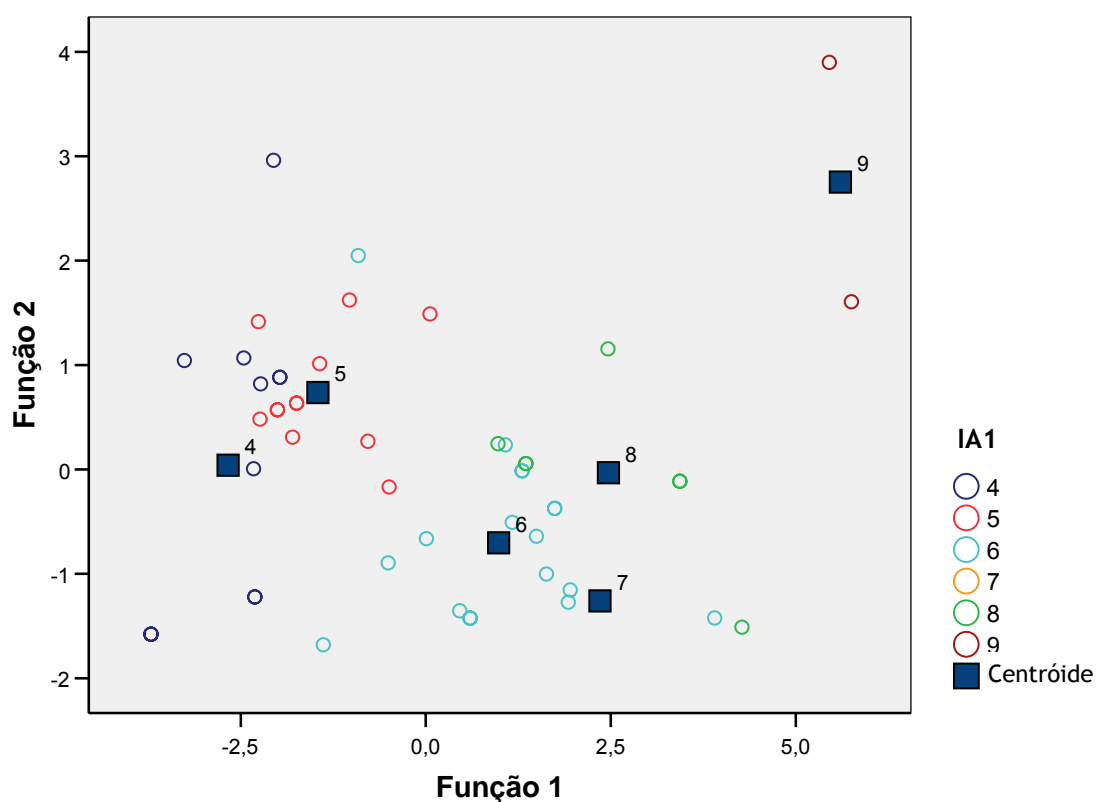


Figura 6.22 - Funções canônicas discriminantes: representação gráfica dos centróides de cada grupo de funções

Estes grupos de edifícios evidenciam as necessidades de intervenção diferenciadas para cada um. Assim ter-se-á o grupo A com necessidade de intervenção profunda e excepcional, o grupo B com necessidade de intervenção desde muito ligeira (nos elementos que apresentam indícios de degradação) a moderada e, o grupo C, com necessidade de intervenção no âmbito da limpeza e manutenção periódica corrente.

Este método de agregação de resultados permite obter através das funções de

classificação indicadas, o índice de avaliação de um edifício, através das classificações atribuídas a cada uma das variáveis preditivas ( $X_i$ ) indicadas. Com a classificação do edifício num dos grupos A, B ou C perspectiva-se qual o nível de intervenção que é necessário implementar para melhorar o desempenho do edifício.

# ***CAPÍTULO 7***

## **Índice de Custos**



## 7. ÍNDICE DE CUSTOS

### 7.1 INTRODUÇÃO

O valor patrimonial que os edifícios construídos representam, a ausência de políticas de manutenção, a inexistência de orçamentos destinados ao planeamento de acções de manutenção e o grau de degradação dos edifícios, levou à identificação da necessidade de se calcular um índice de custos que permita às entidades gestoras estimar o custo de reabilitação dos edifícios, em função do seu grau de degradação. Esta preocupação levou a que nomeadamente nos Estados Unidos da América (FEMA, 1998) e em Itália (Dolce *et al.*, 2006), se desenvolvessem índices de custos para se calcular o custo da reabilitação de edifícios existentes, quando sujeitos a sismos. Nos Estados Unidos esses custos são essencialmente em função do tipo de edifícios (agrupados em oito grupos), da sua localização (zona sísmica), do nível de desempenho esperado para o edifício e da sua dimensão. Em Itália o índice de custos foi estabelecido em função da vulnerabilidade sísmica dos edifícios. Estes trabalhos foram desenvolvidos tendo como suporte bases de dados de respectivamente:

- 2 088 custos de reabilitação de edifícios;
- 50 000 edifícios para os quais foram identificadas as intervenções de reabilitação típicas, bem como a sua extensão e custo.

No primeiro estudo, os custos da base de dados estão associados indiferentemente a custos de reabilitação após a observação de danos estruturais que ocorreram na sequência de um sismo e, a custos associados a acções de reabilitação planeada, para melhorar o desempenho do edifício em caso de sismo (FEMA, 1998).

Com base nestes dados, foi possível efectuarem-se estudos estatísticos e determinarem-se curvas de custos de reparação em função do nível de dano e da classe de vulnerabilidade do edifício. Foi assim, determinado um índice económico de dano  $C_{r,r}$  (custo de reparação relativo), igual à razão entre o custo de reparação e o custo de substituição do edifício. Estas curvas indicam que este índice é dependente apenas do nível de dano (Dolce *et al.*, 2006).

Perante a inexistência em Portugal de bases de dados contendo o custo de um elevado número de trabalhos de reabilitação, que permitissem efectuar uma estimativa rápida do montante global dos trabalhos a realizar e, apoiar a decisão do dono de obra entre várias soluções a adoptar, procede-se à proposta de um coeficiente de custos de reabilitação, calculado através da relação entre o custo por m<sup>2</sup> de conservação/reparação ou de reabilitação e o custo de referência por m<sup>2</sup> de construção nova.

Tendo-se por base a classificação das acções de reabilitação referidas em 3.6, bem como os graus de degradação definidos em 5.2.2, propõe-se um índice de custos que permitirá ao dono de obra estimar os custos relativos à conservação/reparação ou reabilitação do seu edificado, tendo em conta o respectivo grau de degradação.

## 7.2 ÍNDICE DE CUSTOS - METODOLOGIA PARA A SUA DETERMINAÇÃO

Com o objectivo de se determinar um índice de custos relativo às acções de conservação, manutenção e reabilitação a implementar na envolvente exterior dos edifícios, em função do respectivo grau de degradação e dos níveis de qualidade a atingir seguiu-se a seguinte metodologia (Braga, 1990):

- associar os níveis de degradação física da envolvente externa do edifício, a níveis correspondentes de desvalorização económica;
- seleccionar dentro da amostra de edifícios analisada um tipo de edifícios representativos;
- perspectivar a reconstrução de todo o edifício, de forma a colocá-lo no estado novo, no nível de qualidade predefinido, tendo em conta as condições actuais.

O nível de qualidade pré-definido será equivalente ao nível de qualidade inicial, do ponto de vista de qualidade da solução construtiva, acrescido do aumento de qualidade por introdução de soluções suplementares, que tenham a ver com a melhoria, até ao nível da qualidade próxima da regulamentação actual, nos aspectos de conforto e de habitabilidade (Braga, 1990).

A associação do processo de diagnóstico do grau de degradação da envolvente exterior com os níveis do custo da degradação, levaram à definição prévia de tipos de anomalias ou formas de degradação típicas para cada elemento da envolvente, de acordo com o definido na escala de graduação, contida no Anexo H.



Os custos unitários dos trabalhos a realizar deveriam ser determinados em função do tipo de elemento, respectiva localização, da dificuldade de acesso, do tipo de mão-de-obra requerida e das condições climatéricas, trabalho apenas possível de desenvolver para um projecto em concreto. Dada a inexistência de bases de dados nacionais relativas ao custo de trabalhos de reabilitação, solicitou-se o envio de preços unitários para um conjunto de trabalhos previamente identificados, às Câmaras Municipais onde se desenvolveu o trabalho de campo (bem como à Câmara Municipal do Porto, dado o grande volume de obras de reparação/conservação/reabilitação da envolvente exterior, que têm vindo a desenvolver nos edifícios dos respectivos bairros sociais), e a diversas empresas de construção com actividade no âmbito da reabilitação de edifícios.

De acordo com os graus de degradação definidos e com a extensão e gravidade das anomalias que lhes estão associadas, definiram-se os níveis de danos que constam no Quadro 7.1. Procedeu-se à definição dos trabalhos a realizar em cada nível de dano, tendo em atenção o tipo de acções e respectiva periodicidade descritas no Quadro 3.32 e a escala de graduação contida no Anexo H.

Quadro 7.1 - Níveis de danos

Nível de dano	Definição	Áreas afectadas (%)	Definição de trabalhos a realizar de acordo com o definido na escala de graduação, contida no Anexo H
1 (para GD=9 e GD=10)	Sem danos.	0	Inspecção anual da cobertura, fachadas e vãos envidraçados. Limpeza bianual dos sistemas de drenagem de águas pluviais.
2 (para GD=8)	Elementos com indícios de danos.	$0 < A \leq 5$	Acções de limpeza e manutenção dos elementos que apresentam indícios de degradação.
3 (para GD=7)	Não há perda de funcionalidade dos elementos.	$5 < A < 30$	Acções de reabilitação ligeira.
4 (para GD=6)	Há falhas funcionais pontuais.	$30 \leq A < 40$	Acções de reabilitação moderada.
5 (para GD=5)	Falhas funcionais graves.	$40 \leq A < 50$	Acções de reabilitação profunda.
6 (para GD=4)	Falhas funcionais muito graves.	$50 \leq A < 70$	Acções de reabilitação excepcional.
7 (para GD=3)	Perda total das capacidades funcionais.	$A \geq 70$	Substituição ou demolição

O índice de custos ( $C_c$ ) é obtido através do quociente entre os custos de reabilitação e os custos de construção de um edifício novo com uma área bruta idêntica à do edifício original, calculado com base nos preços unitários definidos anualmente em Portaria governamental. Assim, o  $C_c$  = Custo dos trabalhos de reabilitação por  $m^2$  de área total da envolvente exterior/Custo de referência<sup>48</sup> do  $m^2$  de construção nova. Utilizou-se neste trabalho o valor de  $C_{ref}$  = 630€ por metro quadrado, indicado no Decreto - Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril, que publicou o RCCTE.

Não se tendo calculado este índice de custos ( $C_c$ ) através da razão entre o custo por  $m^2$  de área de construção e o custo de referência do  $m^2$  de construção nova, apresenta-se no Anexo R os valores daquele índice calculado através desta razão. Indica-se também a percentagem de erro relativa entre os valores de  $C_c$  utilizados neste trabalho e os calculados pela razão entre os custos por  $m^2$  de construção.

Para se obter o índice de custos, seleccionou-se uma amostra homogénea, construída segundo o mesmo projecto, com as mesmas soluções construtivas e com um número de empreendimentos igual a 46,2% do conjunto de edifícios em estudo. Nesta amostra homogénea os edifícios obtiveram um IA entre 4 e 8 pelo que não se terá nenhum edifício classificado no nível 1 e no nível 7.

### 7.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA HOMOGÉNEA

A amostra é constituída por catorze empreendimentos, 24 edifícios, 67 blocos e 402 fogos. Os edifícios têm três pisos de habitação (rés-do-chão + dois), sendo cada edifício composto por dois, três ou quatro blocos, com estrutura reticulada em betão armado, lajes aligeiradas pré-esforçadas, paredes duplas em tijolo cerâmico (15+11) com caixa de ar de 4 cm, preenchida com 4 cm de isolamento térmico (poliestireno extrudido), com cobertura plana invertida não acessível com isolamento térmico de 4 cm de espessura. As caixilharias são em alumínio termolacado em branco, não certificadas, com vidro simples incolor. O revestimento das fachadas é em monomassa (acabamento tradicional), com revestimento cerâmico nos socos, nas fachadas das caixas de escadas e das marquises (lavandarias e cozinhas) e na zona saliente das empenas. Os vãos envidraçados têm estores exteriores em PVC, com excepção das cozinhas

---

<sup>48</sup>  $C_{ref}$  - calculado com base num valor de referência por metro quadrado e por tipologia de edifício definido anualmente em portaria conjunta dos ministros responsáveis pelas áreas da economia, das obras públicas, do ambiente, do ordenamento do território e habitação, publicada no mês de Outubro e válida para o ano civil seguinte.

e lavandarias, o que, conforme a orientação da fachada, provoca maior ou menor sobreaquecimento interior.

Os edifícios foram concluídos entre 2001 e 2004, estando situados em 14 freguesias do mesmo concelho, pelo que, se considera que os factores climáticos a que estão expostos são semelhantes entre si. Trata-se de um concelho que se encontra a cerca de 20 km do mar, tendo-se considerado que a proximidade do mar não constitui um factor de degradação do edifício. Todos os empreendimentos da amostra estão afastados de vias rodoviárias principais (auto-estrada, itinerários principais (IP) e complementares (IC)), estando a maioria implantados nas imediações de zonas residenciais de habitação unifamiliar. Na envolvente próxima de alguns empreendimentos existem edifícios industriais em laboração e zonas com arvoredo, e num único caso há edifícios de habitação colectiva. Tendo-se analisado os resultados obtidos em cada grupo de edifícios não se registam diferenças significativas que possam ser causadas pela presença destes factores.

#### 7.4 ESTIMATIVA DE CUSTOS

Dada a modelação dos edifícios, procedeu-se à medição dos elementos da envolvente exterior do bloco lateral e do bloco central do edifício (medições efectuadas sobre o projecto), tendo-se obtido os valores que constam no Quadro 7.2 e no Quadro 7.3.

Quadro 7.2- Medições do edifício tipo por bloco

Elementos	un	Bloco lateral	Bloco central
Área da cobertura	m <sup>2</sup>	225,00	200,00
Área da fachada	m <sup>2</sup>	621,30	422,60
ATEE - área total da envolvente exterior	m <sup>2</sup>	846,30	622,60
Área de revestimento em tijoleira cerâmica	m <sup>2</sup>	257,04	113,12
Área total dos envidraçados	m <sup>2</sup>	129,37	84,34
Área dos envidraçados dos fogos	m <sup>2</sup>	106,87	62,01
Perímetro dos envidraçados dos fogos	ml	246,33	164,20
Peitoris	ml	61,81	51,60
Estores	ml	32,28	13,20
Rufos	ml	82,40	45,10
Caleiras e tubos de queda	ml	71,40	36,00
Juntas de dilatação (frontal e posterior)	ml	22,20	22,20

Quadro 7.3 - Medições do edifício tipo por fachada

Fachadas	Elementos	un	Bloco lateral	Bloco central
<b>Principal</b>	Área total da fachada	m <sup>2</sup>	240,50	240,5
	Área de revestimento em tijoleira cerâmica	m <sup>2</sup>	87,16	86,26
	Área dos envidraçados dos fogos	m <sup>2</sup>	47,20	31,77
	Área dos envidraçados da entrada	m <sup>2</sup>	22,50	22,500
	Perímetro dos envidraçados dos fogos	ml	99,40	
	Peitoris		30,42	25,80
	Estores		6,60	6,60
<b>Posterior</b>	Área total da fachada	m <sup>2</sup>	240,50	182,10
	Área de revestimento em tijoleira cerâmica	m <sup>2</sup>	105,62	26,86
	Área dos envidraçados dos fogos	m <sup>2</sup>	58,32	30,24
	Perímetro dos envidraçados dos fogos	ml	134,46	
	Peitoris	ml	25,69	25,80
	Estores	ml	25,68	6,60
<b>Lateral</b>	Área total da fachada	m <sup>2</sup>	140,30	
	Área de revestimento em tijoleira cerâmica	m <sup>2</sup>	64,26	
	Área dos envidraçados dos fogos	m <sup>2</sup>	1,37	
	Perímetro dos envidraçados dos fogos	ml	12,47	
	Peitoris	ml	5,70	

Na sequência do diagnóstico visual efectuado à envolvente exterior, identificou-se um conjunto de acções de reparação dos edifícios bem como um conjunto de acções de reparação e de reabilitação com o objectivo de melhorar o seu desempenho, especialmente em relação à estanquidade e ao desempenho higrotérmico, principais causas de anomalias e da insatisfação dos moradores.

Após a identificação destas actividades solicitou-se às câmaras municipais onde se efectuou o trabalho de campo, a empresas de construção com actividade de reabilitação de edifícios de habitação, a cooperativas de habitação, à GEBALIS - empresa pública de gestão de bairros sociais de Lisboa, à Câmara Municipal do Porto, ao LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil e ao INH (agora IRHU - Instituto de Habitação e Reabilitação Urbana), o fornecimento de preços unitários para a execução de cada uma dessas actividades.

Das entidades referidas apenas duas das câmaras municipais detinham esta informação e uma terceira apenas forneceu os preços unitários de algumas das actividades especificadas. Relativamente às outras entidades, ou não responderam ou não são detentoras de informação relativamente ao custo de actividades de reabilitação.

Os restantes preços obtidos foram fornecidos por empresas de construção e referem-se a preços praticados no ano de 2007. Solicitou-se que fossem enviados relativamente a cada actividade um preço mínimo, um preço médio e um preço máximo, para se obter uma gama de variação para o índice de custos. O número de respostas obtidas, para cada preço unitário, variou entre 3 e 7. Relativamente ao custo da inspecção de fachadas e de coberturas planas, perante a diversidade de preços, optou-se por se efectuar uma estimativa de custos por bloco, com base nos dados fornecidos.

O conjunto de actividades identificadas como necessárias para efectuar a reparação/conservação da envolvente exterior, dos edifícios analisados, mantendo o nível de qualidade inicial dos mesmos, estão enunciadas no Quadro 7.4.

Identificou-se este conjunto de actividades em função da observação visual efectuada aos edifícios que, ao não integrarem acções de reabilitação que incluam a substituição de certos elementos construtivos, implicarão uma durabilidade idêntica à das soluções iniciais (inferior a cinco anos).

Quadro 7.4 - Lista de actividades: reparação/conservação da envolvente exterior construída com manutenção do nível de qualidade inicial

Descrição das actividades	un	Média do preço unitário mínimo (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário médio (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário máximo (€)	Desvio padrão
Inspecção de fachadas para verificar o aparecimento de anomalias, com recurso a plataforma elevatória móvel.	Bloco	350,00	---	550,00	---	700,00	---
Inspecção de coberturas planas não acessíveis.	Bloco	200,00	---	300,00	---	350,00	---
Inspecção e limpeza dos sistemas de drenagem de águas pluviais.	ml	2,67	1,19	4,83	0,99	8,63	2,43
Reparação/substituição do sistema de impermeabilização das coberturas.	m <sup>2</sup>	15,75	2,99	26,17	6,87	50,00	0,00
Montagem e desmontagem de andaimes em fachadas de edifícios com 3 ou 4 andares.	m <sup>2</sup>	8,63	3,45	11,76	5,96	14,00	2,71

Descrição das actividades	un	Média do preço unitário mínimo (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário médio (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário máximo (€)	Desvio padrão
Reparação de peitoris, ombreiras, padieiras e soleiras e respectiva impermeabilização, através de pintura ou colocação de capeamento em material com baixo coeficiente de absorção à água.	ml	14,99	20,03	33,62	41,27	47,60	54,11
Reparação das juntas de dilatação.	ml	5,80	3,55	10,51	6,38	12,20	5,22
Fendilhação mapeada: remoção do reboco existente, limpeza da superfície e aplicação de um revestimento de impermeabilização de ligante sintético, com armadura de rede de fibra de vidro com protecção alcalina.	m <sup>2</sup>	19,50	7,98	23,46	9,37	28,00	10,95
Fendilhação orientada: alargamento dos bordos das fendas seguido de preenchimento com material mais deformável, tal como mastiques ou argamassas de baixa retracção, seguida da aplicação de um revestimento de impermeabilização de ligante sintético, ou um revestimento de ligante misto, armado com rede de fibra de vidro. Na zona de abertura de vãos efectuar o reforço da armadura junto aos quatro cantos, em diagonal com dimensão não inferior a 300*250 mm.	m <sup>2</sup>	14,30	6,55	17,72	5,70	21,20	7,92
Eflorescências e criptoflorescências: eliminação dos sais formados por escovagem a seco, ou, se necessário recorrendo a lavagens neutralizadoras.	m <sup>2</sup>	3,10	1,24	4,56	1,56	7,20	2,33
Desenvolvimento de fungos e de bolores: proceder à limpeza com água e se necessário com biocida.	m <sup>2</sup>	7,70	6,72	8,05	6,98	12,20	7,49

Descrição das actividades	un	Média do preço unitário mínimo (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário médio (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário máximo (€)	Desvio padrão
Monomassas: remoção das áreas partidas, colocação de nova camada de reboco e pintura geral com tinta de água texturada, após verificação da sua compatibilidade com o reboco.	m <sup>2</sup>	12,40	5,68	16,11	4,04	19,00	3,67
Limpeza e pintura geral dos paramentos com tinta de água texturada.	m <sup>2</sup>	4,30	1,75	6,04	1,71	6,90	1,92
Revestimento cerâmico: remoção e limpeza de todas as zonas com revestimento cerâmico solto ou partido.	m <sup>2</sup>	9,10	3,47	11,04	3,60	15,80	7,19
Tratamento do suporte fissurado (abertura das fendas, colocação de armadura, colocação de argamassa).	m <sup>2</sup>	10,38	3,59	13,31	4,14	15,13	4,80
Fornecimento e aplicação do revestimento cerâmico em falta (tijoleiras cerâmicas rectangulares 22*6,5*1,5).	m <sup>2</sup>	12,90	5,77	17,95	5,33	22,60	7,50
Sistema de drenagem de águas pluviais: substituição de partes de tubo de queda em PVC e acessórios	ml	4,80	1,35	8,96	3,96	9,60	2,70
Limpeza e pintura de caleiras e tubos de queda em PVC, com tinta de cor branca.	ml	3,60	2,04	5,45	1,69	9,30	2,44

Para se obter uma melhoria do desempenho da envolvente exterior dos edifícios analisados, especialmente no que respeita à estanquidade e ao desempenho higratérmico, identificaram-se as actividades indicadas no Quadro 7.5. A profundidade das soluções indicadas implicará o respectivo aumento da durabilidade.

Relativamente às intervenções de reabilitação energética de edifícios de habitação social o projecto *Innovative Financing of Social Housing Refurbishment in the Enlarged Europe* (InoFin), descreve várias soluções de reabilitação de edifícios de habitação social que

englobaram entre outras, o isolamento térmico da envolvente exterior e a substituição das caixilharias por sistemas com melhor desempenho ao nível do isolamento térmico, incluindo sistemas de vidro duplo. No relatório de resultados destes casos de estudo é indicada a diminuição dos consumos energéticos obtidos e, em alguns casos, o aumento da vida útil dos edifícios, com os consequentes ganhos económicos quer para os moradores quer para os proprietários (Donkelaar, 2007).

No conjunto de operações de reabilitação indicadas no Quadro 7.5, apenas se indica o isolamento térmico das fachadas, não se indicando o reforço do isolamento térmico das coberturas planas e dos pavimentos dos apartamentos sobre as garagens. Este estudo está já a ser objecto de uma investigação, na qual se vão estudar em pormenor soluções de reabilitação energética da envolvente exterior destes edifícios e respectivos custos, que servirão para melhorar os coeficientes de custos aqui apresentados.

Quadro 7.5 - Lista de actividades: reparação/conservação/reabilitação da envolvente exterior construída com aumento do nível de qualidade inicial

Descrição das actividades	un	Média do preço unitário mínimo (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário médio (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário máximo (€)	Desvio padrão
Inspecção de fachadas para verificar o aparecimento de anomalias, com recurso a plataforma elevatória móvel.	Bloco	350,00	---	550,00	---	700,00	---
Inspecção de coberturas planas não acessíveis.	Bloco	200,00	---	300,00	---	350,00	---
Inspecção e limpeza dos sistemas de drenagem de águas pluviais.	ml	2,67	1,19	4,83	0,99	8,63	2,43
Reparação/substituição do sistema de impermeabilização das coberturas.	m <sup>2</sup>	15,75	2,99	26,17	6,87	50,00	0,00
Montagem e desmontagem de andaimes em fachadas de edifícios com 3 ou 4 andares.	m <sup>2</sup>	8,63	3,45	11,76	5,96	14,00	2,71
Substituição do sistema de rufos da platibanda por rufos de chapa zincada com pingadeiro para se evitarem escorrências e infiltrações na fachada.	ml	12,60	3,91	23,67	9,69	27,60	12,10



Descrição das actividades	un	Média do preço unitário mínimo (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário médio (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário máximo (€)	Desvio padrão
Remoção e substituição das caixilharias de alumínio por caixilharias de alumínio termolacado em branco com vidro duplo (8+6), certificadas (EN 12 207:2000).	m <sup>2</sup>	229,50	100,74	284,13	76,84	325,50	90,41
Remoção e substituição de caixas de estore por caixas de estore com isolamento térmico e consequente montagem de estores.	ml	12,17	4,65	35,20	22,91	43,13	23,22
Remoção e substituição dos peitoris e soleiras em pedra calcária por peitoris e soleiras em material com baixo coeficiente de absorção à água.	ml	33,96	31,26	68,97	25,29	89,37	41,23
Reparação das juntas de dilatação.	ml	5,80	3,55	10,51	6,38	12,20	5,22
Fendilhação mapeada: remoção do reboco existente, limpeza da superfície e aplicação de um revestimento de impermeabilização de ligante sintético, com armadura de rede de fibra de vidro com protecção alcalina.	m <sup>2</sup>	19,50	7,98	23,46	9,37	28,00	10,95
Fendilhação orientada: alargamento dos bordos das fendas seguido de preenchimento com material mais deformável, tal como mastiques ou argamassas de baixa retracção, seguida da aplicação de um revestimento de impermeabilização de ligante sintético, ou um revestimento de ligante misto, armado com rede de fibra de vidro. Na zona de abertura de vãos efectuar o reforço da armadura junto aos quatro cantos, em diagonal com dimensão não inferior a 300*250 mm.	m <sup>2</sup>	14,30	6,55	17,72	5,70	21,20	7,92

Descrição das actividades	un	Média do preço unitário mínimo (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário médio (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário máximo (€)	Desvio padrão
Perda de aderência (descolamento, abaulamento, destacamento): remoção e limpeza do reboco existente, seguido de tratamento do suporte liso e pouco poroso, criando rugosidades por meios mecânicos ou usando primários ou crespidos apropriados, aditivados com resina e aplicação de novo reboco.	m <sup>2</sup>	14,17	9,46	17,50	9,10	21,00	7,94
Eflorescências e criptoflorescências: eliminação dos sais formados por escovagem a seco, ou, se necessário recorrendo a lavagens neutralizadoras.	m <sup>2</sup>	3,10	1,24	4,56	1,56	7,20	2,33
Desenvolvimento de fungos e de bolores: proceder à limpeza com água e se necessário com biocida.	m <sup>2</sup>	7,70	6,72	8,05	6,98	12,20	7,49
Reabilitação energética da fachada: limpeza e remoção (se necessário) do reboco existente (tradicional ou monomassa), tratamento de eventuais fissuras do suporte e aplicação de um sistema de isolamento térmico pelo exterior (caso não seja necessária a remoção do revestimento existente deverá ser sempre analisada a sua superfície para reparação das zonas em que o revestimento possa estar descolado do suporte. No caso de revestimento cerâmico existente, efectuar estas verificações e colmatar com argamassa as zonas em que o revestimento é inexistente). Aplicar um sistema de isolamento térmico composto exterior com revestimento delgado, incluindo perfis metálicos e acabamento final.	m <sup>2</sup>	25,50	10,14	33,91	11,91	40,00	19,15

Descrição das actividades	un	Média do preço unitário mínimo (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário médio (€)	Desvio padrão	Média do preço unitário máximo (€)	Desvio padrão
Limpeza e pintura geral dos paramentos com tinta de água texturada.	m <sup>2</sup>	4,30	1,75	6,04	1,71	6,90	1,92
Revestimento cerâmico: remoção e limpeza de todas as zonas com revestimento cerâmico solto ou partido.	m <sup>2</sup>	9,10	3,47	11,04	3,60	15,80	7,19
Tratamento do suporte fissurado (abertura das fendas, colocação de armadura, colocação de argamassa).	m <sup>2</sup>	10,38	3,59	13,31	4,14	15,13	4,80
Fornecimento e aplicação do revestimento cerâmico em falta (tijoleiras cerâmicas rectangulares 22*6,5*1,5).	m <sup>2</sup>	12,90	5,77	17,95	5,33	22,60	7,50
Sistema de drenagem de águas pluviais: substituição de partes de tubo de queda em PVC e acessórios	ml	4,80	1,35	8,96	3,96	9,60	2,70
Limpeza e pintura de caleiras e tubos de queda em PVC, com tinta de cor branca.	ml	3,60	2,04	5,45	1,69	9,30	2,44
Remoção, limpeza, colocação e pintura de caleiras e tubos de queda, em fachadas nas quais devido aos trabalhos a executar é necessário efectuar esta remoção.	ml	4,70	1,15	7,74	4,02	11,00	2,55

Com a média dos preços unitários fornecidos e com a percentagem de áreas afectadas em cada fachada, de cada bloco da amostra homogénea seleccionada, obteve-se o índice de custos em função do grau de degradação do edifício e da área total da envolvente exterior (Anexo R), bem como os respectivos valores para os custos mínimos, médios e máximos, podendo-se assim ter a perspectiva da amplitude da sua variação (Quadro 7.6 e Quadro 7.7).

Quadro 7.6- Variação de custos com manutenção do nível de qualidade inicial

ATEE (m <sup>2</sup> )	IA1	IA2	Custo médio/m <sup>2</sup> (€)	Índice de Custos médio Cc méd	Custo mínimo/m <sup>2</sup> (€)	Índice de Custos mínimo Cc min	Custo máximo/m <sup>2</sup> (€)	Índice de Custos máximo Cc máx
2937,8	6	6	25,67	0,04074	15,61	0,02478	34,92	0,05543
2315,2	8	7	23,04	0,03657	13,89	0,02205	30,11	0,04779
2315,2	6	7	24,45	0,0381	14,88	0,02361	31,96	0,05073
2937,8	6	6	27,26	0,04326	16,71	0,02652	37,42	0,05940
2315,2	6	6	26,62	0,04226	15,89	0,02523	36,50	0,05793
2315,2	6	6	28,34	0,04498	16,91	0,02685	38,64	0,06134
2937,8	6	6	27,21	0,04319	16,15	0,02564	37,19	0,05902
1692,6	8	7	22,04	0,03498	13,17	0,02091	28,69	0,04554
1692,6	8	7	22,61	0,03589	13,52	0,02146	29,40	0,04667
2937,8	6	6	27,69	0,04396	16,91	0,02685	38,08	0,06045
2315,2	6	6	27,37	0,04345	17,04	0,02704	37,33	0,05925
1692,6	5	6	26,17	0,04153	15,99	0,02538	35,71	0,05668
1692,6	4	6	26,79	0,04252	16,46	0,02612	36,48	0,05791
1692,6	6	6	25,81	0,04097	15,74	0,02499	35,03	0,05560
2315,2	8	8	22,88	0,03632	13,70	0,02175	29,70	0,04714
1692,6	4	6	26,99	0,04284	16,53	0,02623	37,17	0,05900
1692,6	4	6	26,99	0,04284	16,53	0,02623	37,17	0,05900
1692,6	7	8	23,90	0,03794	14,53	0,02307	31,38	0,04982
2315,2	6	8	24,35	0,03866	14,53	0,02307	31,71	0,05033
2315,2	5	6	26,22	0,04162	16,06	0,02549	35,73	0,05672
1692,6	5	6	24,65	0,03913	15,14	0,02403	32,48	0,05156
3560,4	6	6	26,10	0,04142	15,76	0,02502	35,41	0,05620
1692,6	6	6	26,23	0,04164	15,81	0,02510	35,61	0,05652
1692,6	6	6	26,35	0,04182	16,02	0,02543	35,86	0,05692

Através da Figura 7.1, verifica-se que para cada um dos índices de avaliação/degradação, nos quais os edifícios foram classificados, há uma variação do índice de custos - Cc, em função da extensão e da gravidade das anomalias verificadas.

Na Figura 7.2 observa-se a gama de variação do índice de custos com a área total da envolvente exterior. Esta variação aumenta com a área de intervenção, mas não é linear dado que existe sempre a influência da extensão e gravidade das anomalias existentes.

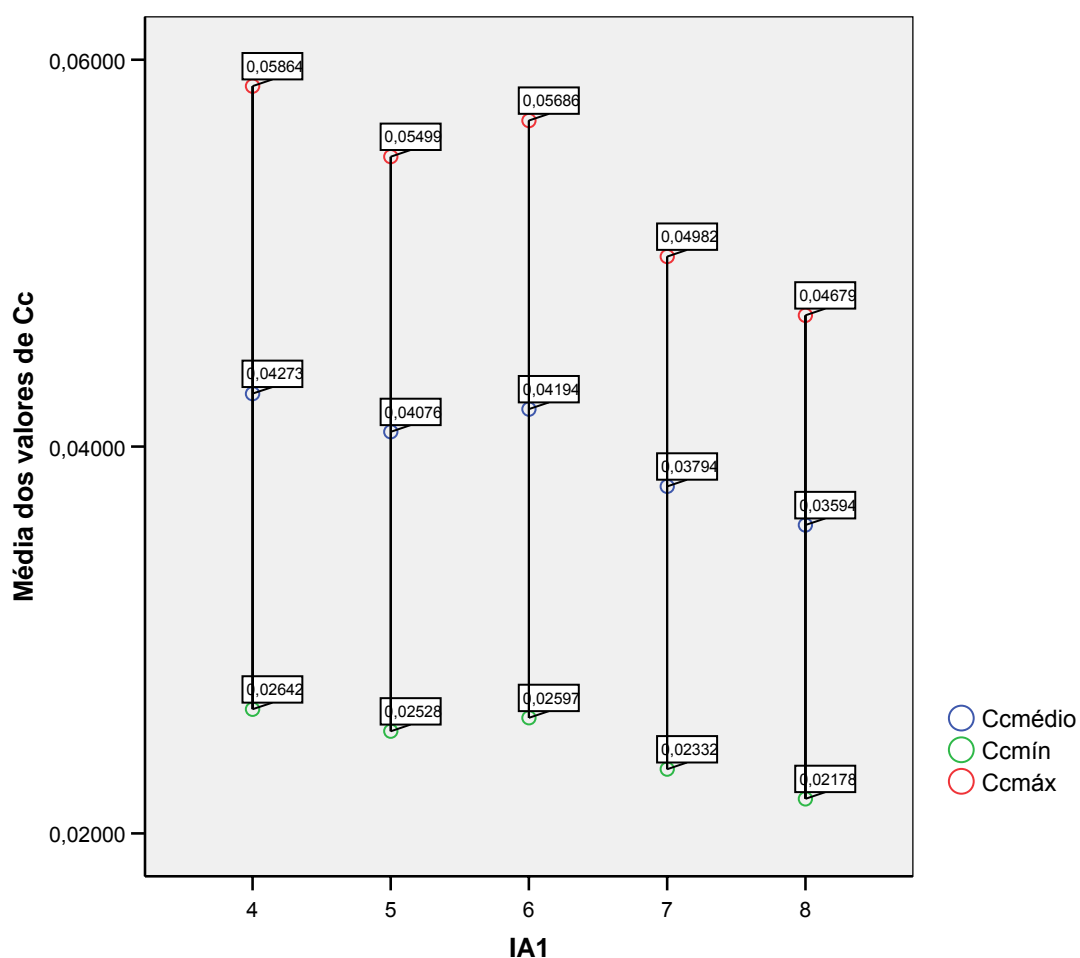


Figura 7.1 - Índice médio de custos com manutenção do nível de qualidade inicial, por índice de avaliação dos edifícios

Agrupando os edifícios nos três grandes grupos definidos em 6.5.4:

- Grupo A - no qual se agrupam os edifícios com IA 4 e 5
- Grupo B - no qual se agrupam os edifícios com IA 6, 7 e 8
- Grupo C - no qual se agrupam os edifícios com IA 9,

verifica-se que, a média do índice de custos para a conservação e reparação da envolvente exterior:

- de edifícios do grupo A, varia entre um valor mínimo médio de 2,53% a um valor máximo médio de 5,86% do custo de referência do m<sup>2</sup> de construção nova.

- para o grupo B, entre um valor mínimo médio de 2,18% e um valor máximo médio de 5,69% do custo de referência do m<sup>2</sup> de construção nova. Verifica-se no entanto que os edifícios com IA=6 apresentam índices de custos ligeiramente mais elevados do que aqueles que têm uma classificação de 5, o que se explica pela existência na amostra de um maior número e diversidade de áreas, de edifícios classificados com IA=6;
- para o grupo C, dado não se ter nenhum edifício com IA=9, não se obteve o respectivo índice de custos, que se estima de ordem de grandeza inferior ao do grupo B.

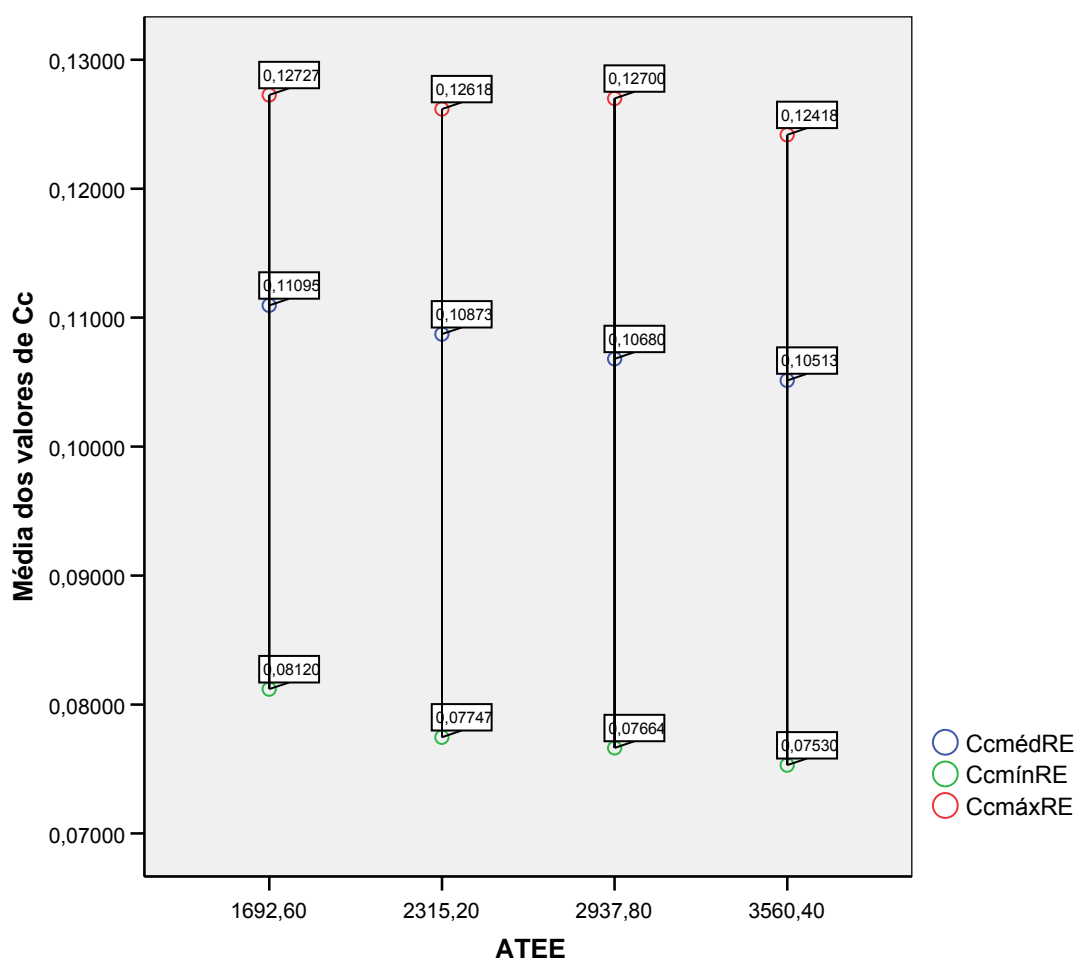


Figura 7.2 - Índice médio de custos com manutenção do nível de qualidade inicial, por área total da envolvente exterior

As actividades especificadas para repor o nível inicial de qualidade do edifício, não corrigindo em profundidade as principais causas de anomalias e insatisfação registadas, vão traduzir-se em níveis de durabilidade semelhantes aos existentes e, apesar de índices de custos muito mais baixos, vão implicar o aparecimento num curto intervalo de tempo, dos mesmos problemas detectados quer na observação visual quer através das entrevistas. Esta baixa durabilidade traduzir-se-á na necessidade de novas intervenções e em custos acrescidos.

Relativamente à estimativa de custos dos trabalhos de reabilitação, tendo por objectivo a melhoria do nível de desempenho dos edifícios relativamente à estanquidade e ao conforto higrotérmico, verifica-se o aumento significativo do índice de custos (Quadro 7.7 e Anexo R). Os trabalhos especificados para aumentarem o nível de desempenho dos edifícios, envolvem custos muito mais elevados, mas que, se correctamente executados, irão garantir uma maior durabilidade através da eliminação dos problemas detectados e do aumento da satisfação dos moradores.

Quadro 7.7 - Variação de custos com o aumento do nível de qualidade inicial

ATEE (m <sup>2</sup> )	IA1	IA2	Custo médio/m <sup>2</sup> (€)	Índice de Custos médio Cc méd	Custo mínimo/m <sup>2</sup> (€)	Índice de Custos mínimo Cc mín	Custo máximo/m <sup>2</sup> (€)	Índice de Custos máximo Ccmáx
2937,8	6	6	65,08	0,10331	47,70	0,07572	78,51	0,12462
2315,2	8	7	69,72	0,11067	50,15	0,07960	82,16	0,13042
2315,2	6	7	70,74	0,11228	50,92	0,08083	83,45	0,13246
2937,8	6	6	68,45	0,10865	48,81	0,07748	81,05	0,12864
2315,2	6	6	68,69	0,10903	48,65	0,07722	80,58	0,12790
2315,2	6	6	69,03	0,10958	48,92	0,07765	81,02	0,12860
2937,8	6	6	67,71	0,10748	48,23	0,07656	80,11	0,12716
1692,6	8	7	67,91	0,10779	47,96	0,07612	76,46	0,12136
1692,6	8	7	68,31	0,10842	48,26	0,07661	76,97	0,12217
2937,8	6	6	67,90	0,10778	48,37	0,07678	80,38	0,12758
2315,2	6	6	68,95	0,10945	48,97	0,07772	80,48	0,12774
1692,6	5	6	70,16	0,11137	49,32	0,07829	80,69	0,12808
1692,6	4	6	70,64	0,11212	49,69	0,07887	81,28	0,12901
1692,6	6	6	70,79	0,11237	49,80	0,07904	81,52	0,12940
2315,2	8	8	66,13	0,10498	47,18	0,07489	75,50	0,11984
1692,6	4	6	71,35	0,11326	50,12	0,07956	82,63	0,13117
1692,6	4	6	71,35	0,11326	50,12	0,07956	82,63	0,13117
1692,6	7	8	68,51	0,10874	48,41	0,07684	77,24	0,12261
2315,2	6	8	66,16	0,10501	47,21	0,07494	75,48	0,11981
2315,2	5	6	35,73	0,10842	48,48	0,07695	79,63	0,12639
1692,6	5	6	68,55	0,10881	48,43	0,07688	77,29	0,12268
3560,4	6	6	66,23	0,10513	47,44	0,07530	78,24	0,12418
1692,6	6	6	70,92	0,11257	49,91	0,07922	81,64	0,12959
1692,6	6	6	70,63	0,11211	49,68	0,11211	81,64	0,12899

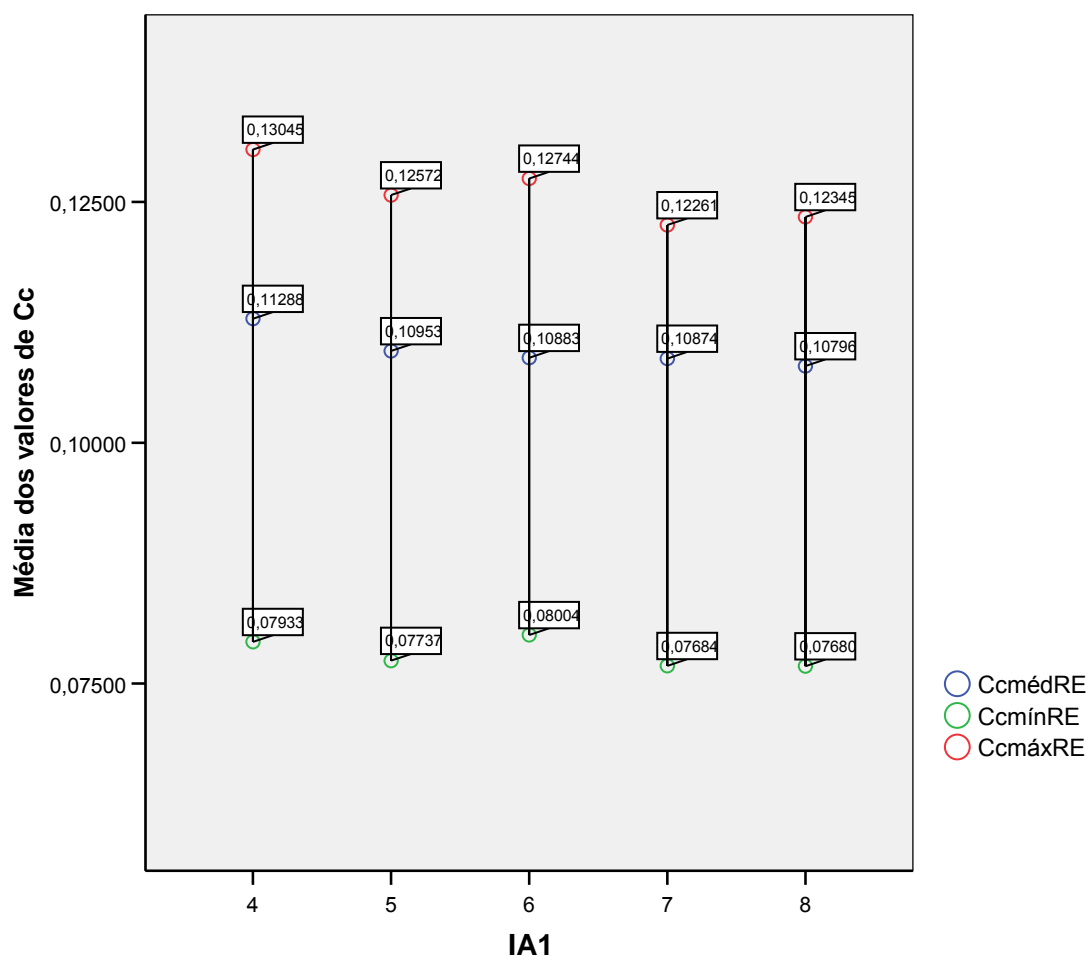


Figura 7.3 - Índice médio de custos com aumento do nível de qualidade inicial por índice de avaliação dos edifícios

Verifica-se que a média do índice de custos para a reabilitação da envolvente exterior (Figura 7.3):

- de edifícios do grupo A, varia entre um valor mínimo médio de 7,74% a um valor máximo médio de 13,05% do custo de referência do m<sup>2</sup> de construção nova.
- para o grupo B, entre um valor mínimo médio de 7,68% e um valor máximo médio de 12,74% do custo de referência do m<sup>2</sup> de construção nova.
- para o grupo C, dado não se ter classificado nenhum edifício com IA=9, não se obteve o respectivo índice de custos, que se estima de ordem de grandeza inferior ao do grupo B.

A maior uniformidade que se verifica na variação de custos dos trabalhos de



reabilitação da envolvente exterior, também observada na Figura 7.4, deve-se ao facto de independentemente do grau de degradação da envolvente exterior, se ter considerado que as actividades de:

- substituição do sistema de rufos das platibandas;
- remoção e substituição de caixilharias;
- remoção e substituição de caixas de estore;
- remoção e substituição de peitoris e soleiras;
- colocação de sistema de isolamento térmico de fachadas pelo exterior,

se efectuem em 100% dos respectivos elementos construtivos.

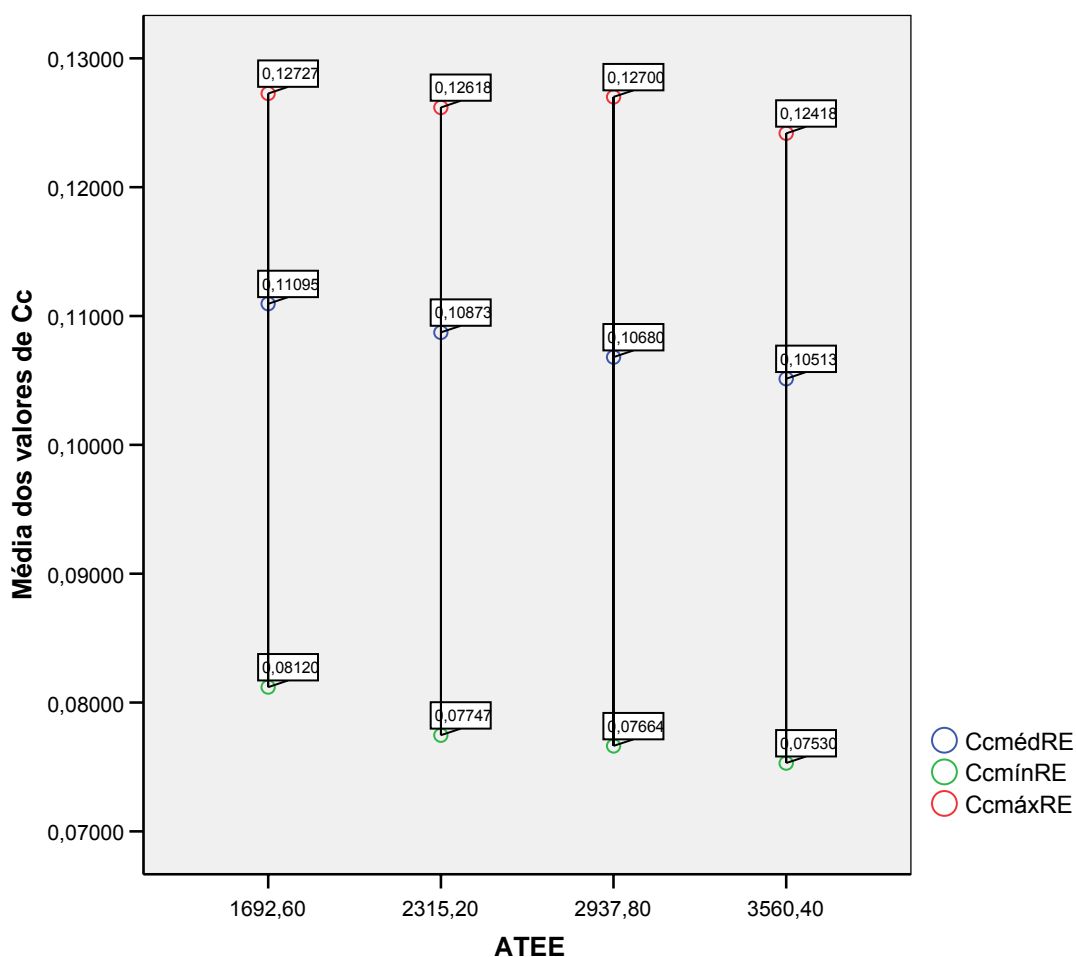


Figura 7.4 - Índice de custos, com aumento do nível de qualidade inicial, por área total da envolvente exterior

## 7.5 MODELO DE ESTIMATIVA DE CUSTOS

### 7.5.1. Estimativa de custos - Matrizes de correlação

Para se determinar a “força” da relação linear entre variáveis calculou-se o coeficiente de correlação através do programa SPSS 14.0. O Quadro 7.8 e o Quadro 7.9 mostram a correlação entre três variáveis: o índice de avaliação (sem ponderação e com ponderação), o índice de custos (valor médio) e a área total da envolvente exterior. Estes resultados analíticos indicam no Quadro 7.8, que existe uma relação forte entre o Cc e o índice de avaliação do edifício (IA1) na reabilitação da envolvente exterior dos edifícios, com um coeficiente de correlação de -0,705 (correlação negativa dado que o IA1 é tanto mais desfavorável quanto menor é).

Quadro 7.8 - Coeficientes de correlação entre IA<sub>1</sub>, o Ccmédio e a ATEE

	Variável		
	IA1	Ccmédio	ATEE
IA1	1	-0,705*	0,125
Ccmédio	-0,705*	1	0,230
ATEE	0,125	0,230	1

**Nota:** \* A correlação é significativa até ao nível 0,01 (*two-tailed test*).

ATEE – área total da envolvente exterior.

No Quadro 7.9 verifica-se que existe uma relação forte entre o custo total médio dos trabalhos de reabilitação da envolvente exterior e a sua área total, com um coeficiente de correlação de 0,915.

Quadro 7.9 - Coeficientes de correlação entre IA1, o Custo total médio e a ATEE

	Variável		
	IA1	Custo total médio	ATEE
IA1	1	0,125	-0,037
Custo total médio	0,125	1	0,915*
ATEE	-0,037	0,915*	1

**Nota:** \* A correlação é significativa até ao nível 0,01 (*two-tailed test*).

Considerando o índice de avaliação ponderado do edifício (IA2), no Quadro 7.10 verifica-se que existe uma relação forte entre este índice e o Cc na reabilitação da envolvente exterior dos edifícios, com um coeficiente de correlação de -0,811 (correlação negativa dado que o IA2 é tanto mais desfavorável quanto menor é). No Quadro 7.11 verifica-se que existe uma correlação forte entre o custo total médio dos trabalhos de reabilitação da envolvente exterior e

a sua área total, com um coeficiente de correlação de 0,915, igual como seria de esperar, ao obtido no Quadro 7.9.

Quadro 7.10 - Coeficientes de correlação entre IA<sub>2</sub>, o Ccmédio e a ATEE

	Variável		
	IA <sub>2</sub>	Cc médio	ATEE
IA <sub>2</sub>	1	-0,811**	-0,165
Ccmédio	-0,811**	1	0,230
ATEE	-0,165	0,230	1

Nota: \*\* A correlação é significativa até ao nível 0,01 (*two-tailed test*); IA<sub>2</sub> - utilizaram-se os valores não arredondados.

Quadro 7.11 - Coeficientes de correlação entre IA<sub>2</sub>, o Custo Total Médio e a ATEE

	Variável		
	IA <sub>2</sub>	Custo total médio	ATEE
IA <sub>2</sub>	1	-0,345*	-0,165
Custo total médio	-0,345*	1	0,915**
ATEE	-0,165	0,915**	1

Nota: \* A correlação é significativa até ao nível 0,05 (*two-tailed test*).

\*\* A correlação é significativa até ao nível 0,01 (*two-tailed test*).

Para o desenvolvimento do modelo de estimativa de custos de reabilitação, considerou-se que, tanto o índice de avaliação do edifício como a área total da envolvente externa são variáveis independentes, para se poder verificar qual delas leva a resultados de maior precisão na previsão do índice de custos.

### 7.5.2. Desenvolvimento do modelo de regressão

Estatisticamente para que os modelos desenvolvidos sejam significativos deve utilizar-se pelo menos trinta casos para o seu desenvolvimento, devendo a respectiva validação ser feita numa percentagem de edifícios (por exemplo 10%), não utilizados nesse desenvolvimento. Dado que a amostra homogénea considerada tem 24 edifícios, não se consegue obedecer a esse mínimo. Porém, como este trabalho não é de carácter puramente estatístico, não se quis deixar de apresentar possíveis modelos, construídos com os dados disponíveis, dada a sua importância para o estudo e possibilidade de futura melhoria.

Para o desenvolvimento do modelo, foram analisados os seguintes nove modelos de regressão, para se identificar o que melhor se ajusta a este estudo: equação linear (LIN), equação logarítmica (LOG), equação inversa (INV), equação quadrática (QUA), equação cúbica (CUB), equação composta (COM), *power equation* (POW), equação S-curve (S) e equação

exponencial. No Quadro 7.12 apresentam-se as expressões de cada uma das equações para estes modelos de regressão, nos quais  $x$  representa a variável independente,  $y$  a variável dependente e,  $b_0$ ,  $b_1$  e  $b_2$  as constantes.

Quadro 7.12 - Equações gerais dos modelos de regressão

Modelo de regressão	Equação de regressão
Regressão linear (LIN)	$Y=b_0+b_1*X$
Regressão logarítmica (LOG)	$Y=b_0+b_1*\ln X$
Regressão inversa (INV)	$Y=b_0+b_1/X$
Regressão quadrática (QUA)	$Y=b_0+b_1*X+b_2*X^2$
Regressão cúbica (CUB)	$Y=b_0+b_1*X+b_2*X^2+b_3*X^3$
Regressão composta (COM)	$Y=b_0*b_1^X$
Power regression (POW)	$Y=b_0*X^{b_1}$
S- curve regression (S)	$Y=e^{(b_0+b_1/X)}$
Regressão exponencial (EXP)	$Y=b_0*e^{(b_1*X)}$

#### 7.5.2.1. Modelo de previsão de custos, sem aumento da qualidade inicial do edifício: Ccmédio em função de IA1

O índice de avaliação dos edifícios - IA1 - foi escolhido como variável independente. O valor de  $R^2$  está representado no Quadro 7.13.

Quadro 7.13-  $R^2$  dos modelos de regressão linear para a previsão do índice de custos

Modelo de regressão	R	$R^2$	$R^2_{aj}$
Regressão linear (LIN)	0,705	0,496	0,473
Regressão logarítmica (LOG)	0,649	0,421	0,395
Regressão inversa (INV)	0,586	0,344	0,314
Regressão quadrática (QUA)	0,809	0,654**	0,621
Regressão cúbica (CUB)	0,813	0,661*	0,628
Regressão composta (COM)	0,716	0,513	0,491
Power regression (POW)	0,659	0,435	0,409
S- curve regression (S)	0,595	0,354	0,325
Regressão exponencial (EXP)	0,716	0,513	0,491

Nota:\* F-value=19,860; P-value=0,000;\*\* F-value=20,455; P-value=0,000.

Tendo em consideração os valores de  $R^2$  mais elevados, medida de qualidade do ajustamento, os modelos mais ajustados para a previsão do índice de custos serão dados pelas equações de regressão do Quadro 7.14.

Quadro 7.14 - Modelo de regressão para a previsão de custos (Ccmédio em função de IA1)

Modelo de regressão	Equação de regressão
Regressão cúbica (CUB)	$Y=0,039-5,87 \times 10^{-5} \times X^3$
Regressão quadrática (QUA)	$Y=0,028+0,006 \times X-0,001 \times X^2$

Assim, a previsão do índice de custos de reabilitação da envolvente exterior em função da sua avaliação, poder-se-á efectuar através de uma das seguintes expressões:

$$Cc=0,039-5,97 \times 10^{-5} \times IA1^3 \quad (7.1)$$

$$Cc=0,028+0,006 \times IA1-0,001 \times IA1^2 \quad (7.2)$$

#### 7.5.2.2. Modelo de previsão de custos, sem aumento da qualidade inicial do edifício: Ccmédio em função de IA2

O índice de avaliação dos edifícios - IA2 - foi escolhido como variável independente. O valor de  $R^2$  está representado no Quadro 7.15.

Quadro 7.15 -  $R^2$  dos modelos de regressão linear para a previsão do índice de custos

Modelo de regressão	R	$R^2$	$R^2_{aj}$
Regressão linear (LIN)	0,811	0,658	0,643
Regressão logarítmica (LOG)	0,814	0,663	0,648
Regressão inversa (INV)	0,816	0,666	0,651
Regressão quadrática (QUA)	0,821	0,674**	0,642
Regressão cúbica (CUB)	0,822	0,675*	0,644
Regressão composta (COM)	0,815	0,665	0,650
Power regression (POW)	0,818	0,670	0,655
S - curve regression (S)	0,820	0,673*	0,658
Regressão exponencial (EXP)	0,815	0,665	0,650

Nota: \* F-value=21,804; P-value=0,000; \*\* F-value=21,661; P-value=0,000; \*\*\*F-value=45,252; P-value=0,000.

Os modelos mais ajustados para a previsão do índice de custos serão dados pelas equações de regressão do Quadro 7.16.

Quadro 7.16 - Modelo de regressão para a previsão de custos (Ccmédio em função de IA2)

Modelo de regressão	Equação de regressão
Regressão cúbica (CUB)	$Y=0,118-0,015 \times X+7,92 \times 10^{-5} \times X^3$
Regressão quadrática (QUA)	$Y=0,140-0,025 \times X+0,002 \times X^2$
S - curve regression (S)	$Y= e^{(-3,950+4,865 / X)}$

Assim, a previsão do índice de custos de reabilitação da envolvente exterior em função da sua avaliação, poder-se-á efectuar através de uma das seguintes expressões:

$$Cc=0,118-0,015 \times IA2+7,92 \times 10^{-5} \times IA2^3 \quad (7.3)$$

$$Cc=0,140-0,025 \times IA2+0,002 \times IA2^2 \quad (7.4)$$

$$Cc=e^{\left(-3,950+\frac{4,865}{IA2}\right)} \quad (7.5)$$

**Nota:** Efectuou-se a mesma análise de modelos de regressão, considerando o índice de custos médio obtido para as soluções de reabilitação com aumento do nível de qualidade inicial, tendo-se obtido valores muito baixos, inferiores a 0,5, para o coeficiente de determinação,  $R^2$ , medida de qualidade do ajustamento que mede a proporção da variabilidade total que é explicada pela regressão ( $0 \leq R^2 \leq 1$ ), ou seja, a variabilidade total de  $Y$  que é atribuível à dependência do  $Y$  de todos os  $X_i$ , como definido pelo ajustamento do modelo de regressão aos dados. Assim estes modelos consideram-se não ajustados. Este facto é justificado porque independentemente do grau de degradação da envolvente exterior considerou-se, como já foi referido, que as actividades de:

- substituição do sistema de rufos das platibandas;
  - remoção e substituição de caixilharias;
  - remoção e substituição de caixas de estore;
  - remoção e substituição de peitoris e soleiras;
  - colocação de sistema de isolamento térmico de fachadas pelo exterior,
- se efectuem em 100% dos respectivos elementos construtivos.

#### 7.5.2.3. Modelo de previsão de custos sem aumento da qualidade inicial: custo total médio em função de ATEE

A variável independente é ATEE. O valor de  $R^2$  está representado no Quadro 7.17

Quadro 7.17 -  $R^2$  dos modelos de regressão linear para a previsão do custo total médio

Modelo de regressão	R	$R^2$	$R^2_{aj}$
Regressão linear (LIN)	0,915	0,838	0,830
Regressão logarítmica (LOG)	0,898	0,806	0,798
Regressão inversa (INV)	0,873	0,762	0,751
Regressão quadrática (QUA)	0,920	0,847*	0,832
Regressão cúbica (CUB)	0,920	0,847**	0,833
Regressão composta (COM)	0,895	0,800	0,777
Power regression (POW)	0,887	0,787	0,697
S - curve regression (S)	0,871	0,758	0,747
Regressão exponencial (EXP)	0,895	0,800	0,791

Nota: \* F-value=57,979; P-value=0,000; \*\* F-value=58,229; P-value=0,000.

Os modelos mais ajustados para a previsão do custo total serão dados pelas equações de regressão do Quadro 7.18.

Quadro 7.18 - Modelo de regressão para a previsão de custos sem aumento da qualidade inicial

Modelo de regressão	Equação de regressão
Regressão quadrática (QUA)	$Y=25\,377,721+2,850 \times X+0,005 \times X^2$
Regressão cúbica (CUB)	$Y=26\,304,821+0,007 \times X^2-3,47 \times 10^{-7} \times X^3$

Assim, a previsão do custo total de reabilitação da envolvente exterior em função da sua área total, poder-se-á efectuar através de uma das seguintes expressões:

$$C_{\text{médio}}=25\,377,721+2,850 \times ATEE+0,005 \times ATEE^2 \quad (7.6)$$

$$C_{\text{médio}}=26\,304,821+0,007 \times X^2-3,47 \times 10^{-7} \times ATEE^3 \quad (7.7)$$

#### 7.5.2.4. Modelo de previsão de custos com aumento do nível de qualidade inicial: custo total médio em função de ATEE

Quanto ao modelo que relaciona o custo total médio da intervenção com aumento do nível de qualidade inicial, com a área total da envolvente exterior, obtiveram-se dois modelos com excelente ajustamento, conforme se regista no Quadro 7.19.

Quadro 7.19 -  $R^2$  dos modelos de regressão linear para a previsão do custo total médio

Modelo de regressão	R	$R^2$	$R^2_{aj}$
Regressão quadrática (QUA)	0,940	0,884*	0,872
Regressão cúbica (CUB)	0,940	0,884**	0,873

Nota: \* F-value=79,649; P-value=0,000; \*\* F-value=80,046; P-value=0,000.

Os modelos mais ajustados para a previsão do custo total serão dados pelas equações de regressão do Quadro 7.20.

Quadro 7.20 - Modelo de regressão para a previsão de custos com aumento da qualidade inicial

Modelo de regressão	Equação de regressão
Regressão quadrática (QUA)	$Y=63\,841,058+20,354 \cdot X+0,008 \cdot X^2$
Regressão cúbica (CUB)	$Y=78\,573,937+0,017 \cdot X^2-1,27 \cdot 10^{-6} \cdot X^3$

Assim, a previsão do custo total de reabilitação da envolvente exterior, com aumento da qualidade inicial, em função da sua área total, poder-se-á efectuar através de uma das seguintes expressões:

$$C_{\text{tmédio}}=63\,841,058+20,354 \times ATEE+0,008 \times ATEE^2 \quad (7.8)$$

$$C_{\text{tmédio}}=78\,573,937+0,017 \times X^2-1,27 \times 10^{-6} \times ATEE^3 \quad (7.9)$$

## 7.6 COEFICIENTE DE ACTUALIZAÇÃO

Para se efectuar a actualização destes índices, propõe-se que os mesmos sejam afectados pelos coeficientes de actualização a aplicar aos montante sujeitos a revisão de preços, de acordo com o nível de reabilitação a efectuar, conforme referido em 3.6.1:

- fórmula F05 - reabilitação ligeira de edifícios - para o Grupo C - no qual se agrupam os edifícios com IA 9;
- fórmula F06 - reabilitação média de edifícios - para o Grupo B - no qual se agrupam os edifícios com IA 6, 7 e 8;
- fórmula F07 - reabilitação profunda de edifícios - para o Grupo A - no qual se agrupam os edifícios com IA 4 e 5;

nas quais:

- os coeficientes S0, E0 e M0, devem ser considerados como os índices publicados em Setembro de 2007 (data em que foram fornecidos os preços unitários utilizados neste trabalho);
- os coeficientes St, Et, Mt, devem ser considerados como os índices publicados no mês em que se pretende efectuar a actualização. Porém, dado o atraso verificado na sua publicação poder-se-ão considerar os últimos publicados.



## ***CAPÍTULO 8***

### **Teste do Modelo Proposto**



## **8. TESTE DO MODELO PROPOSTO**

### **8.1 INTRODUÇÃO**

Após o desenvolvimento da metodologia para a obtenção de um índice de avaliação (IA) do estado de conservação/degradação de edifícios de habitação a custos controlados/habitação social, e de modelos de estimativa de custos em função desse índice de avaliação, procedeu-se ao respectivo teste. Dado que nos municípios em que decorreu a investigação não existem obras de conservação/reabilitação contactou-se a DOMUSSOCIAL, EM - Câmara Municipal do Porto, para se efectuar o teste dos modelos propostos numa amostra dos seus edifícios, que como já se referiu, é detentora de um vasto parque habitacional, no qual tem vindo a desenvolver um volume considerável de intervenções de conservação/reabilitação. Os edifícios disponíveis para se efectuar este teste apresentam sistemas construtivos diferentes daqueles que foram objecto desta tese, bem como idade de construção muito superior. Relativamente aos trabalhos de conservação/reabilitação realizados nos mesmos existem também diferenças significativas.

Pretendeu-se que o conjunto de edifícios disponibilizados para teste, tivessem já sido objecto de intervenção de conservação/reabilitação, para se poder trabalhar com os respectivos custos. Relativamente à atribuição de um IA a esses edifícios, solicitou-se que se reunisse um conjunto de técnicos dos serviços, detentores de conhecimento prévio do estado de degradação dos mesmos, para procederem à respectiva classificação, antes de terem sido objecto das acções de conservação/reabilitação.

### **8.2 TESTE**

Após reunião com técnicos e responsáveis deste organismo, efectuou-se uma visita a empreendimentos não reabilitados, outros em reabilitação e a outros já reabilitados. Escolheram-se os edifícios aos quais se aplicou o teste.

### 8.3 CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS DE TESTE

Conjunto de edifícios de habitação colectiva sob o regime de arrendamento público, geridos pela DOMUSSOCIAL, EM do município do Porto.

Os edifícios pertencem a 3 empreendimentos e são constituídos por 12 blocos e 424 fogos, construídos entre os anos 1960/65. Os edifícios têm quatro (rés-do-chão + três) ou cinco (rés-do-chão + quatro) pisos de habitação, em que cada um é composto por um ou mais blocos (um bloco corresponde a uma entrada do edifício), com geometria regular.

Todos os edifícios foram construídos com alvenaria resistente de perpianho, com lajes maciças de betão, paredes simples de tijolo cerâmico rebocadas com reboco tradicional. As caixilharias são em madeira com vidro simples incolor. As coberturas são inclinadas com estrutura em madeira e revestimento em telha cerâmica.

#### *8.3.1.1. Metodologia*

Reuniu-se um grupo de quatro técnicos do serviço referido, aos quais foi explicada a metodologia de avaliação da envolvente exterior, de acordo com a escala de graduação apresentada no Anexo H. Solicitou-se que atribuísem a classificação a cada um dos parâmetros de avaliação, relativamente aos edifícios escolhidos, antes de terem sofrido as intervenções de conservação/reabilitação.

Foram disponibilizados os custos dos trabalhos de conservação/reabilitação realizados nesses edifícios, bem como a respectiva descrição e quantificação (mapa de quantidade de trabalhos e respectivos preços unitários).

Após a recolha destes elementos:

- aplicaram-se os métodos de agregação de resultados, desenvolvidos para a determinação do índice de avaliação dos edifícios (IA);
- analisou-se a lista de trabalhos realizados (Anexo S), e seleccionaram-se aqueles que equivalem aos trabalhos definidos em 7.4 para a determinação do modelo de estimativa do coeficiente de custos, para se determinar este coeficiente em relação aos edifícios de teste.

### 8.3.1.2. Nota final - determinação do IA

Dado o conhecimento que detinham dos edifícios, o grupo de técnicos atribuiu a mesma classificação a todos os edifícios de cada empreendimento. São edifícios da mesma idade, com a mesma tipologia e sistemas construtivos, sobre os quais não ocorreu nenhuma acção de conservação até à data das recentes intervenções a que foram sujeitos.

Após a aplicação dos dois métodos de agregação de resultados desenvolvidos, obtiveram-se os resultados para IA1 e para IA2 que constam no Quadro 8.1. O valor de IA1\* foi obtido através da aplicação do modelo de regressão linear múltipla apresentado em 6.4.2.1, cuja equação geral (6.2) é:

$$IA = -2,443 + 0,405X_1 + 0,501X_2 + 0,417X_3 + 0,171X_4 + \varepsilon$$

em que,

IA - Índice de avaliação dos edifícios

$X_1$  - Grau de degradação da descoloração dos revestimentos de fachada

$X_2$  - Grau de degradação da fissuração da fachada

$X_3$  - Grau de degradação dos vãos envidraçados

$X_4$  - Grau de degradação da cobertura

$\varepsilon$  - Variável aleatória residual.

Quadro 8.1 - Determinação do IA - Teste

Avaliador	Empreendimento	IA1	IA2	IA1*
A	1	4	3,91	3,1
	2	4	5,40	4,3
	3	4	3,91	3,1
B	1	5	4,79	4,6
	2	5	5,27	4,6
	3	5	4,79	4,6
C	1	5	5,42	4,7
	2	4	5,43	4,7
	3	5	5,33	4,7
D	1	7	6,59	8,5
	2	7	6,59	8,0
	3	7	6,09	7,2

Da análise destes resultados verifica-se que:

- apesar da convergência de graduação obtida com três dos avaliadores (IA entre 4 e 5), o avaliador D classificou de forma muito diferente os edifícios, o que pressupõe que, apesar da simplicidade da sua aplicação, existe necessidade de uma formação e treino mais profundo dos avaliadores, relativamente à metodologia de avaliação;
- a metodologia deverá ser aplicada em simultâneo por vários avaliadores treinados;

- relativamente aos valores obtidos para IA1 e para IA2 pode-se concluir que estão de acordo com as considerações do ponto 6.3.2.1, pelo que, se pode concluir, pela aplicabilidade da metodologia de avaliação do estado de conservação da envolvente externa dos edifícios, a edifícios diferentes daqueles em que foi aplicada durante o trabalho de investigação;
- a idade e a diferença entre sistemas construtivos dos edifícios, não condicionam a aplicação do método revelando este uma grande elasticidade na sua aplicação e, confirmando-se deste modo, a validade da aplicação da escala de graduação e das matrizes de avaliação, para qualquer tipo de edifício;
- quanto ao valor de IA1\*, obtido através da aplicação do modelo representado pela expressão (6.2), verifica-se relativamente às graduações atribuídas pelos avaliadores A, B e C, a cada um dos parâmetros de avaliação, que o valor de IA se mantém ou diminui, dado que, aos quatro parâmetros de avaliação que entram na equação do modelo, estes avaliadores atribuíram valores na maioria entre 4 e 5. Relativamente ao avaliador D, cuja graduação predominante dos factores de avaliação foi 7, levou a que o modelo subisse a classificação global de IA. Como já se referiu em 6.4.2.2, trata-se de um modelo que expressa o desempenho da envolvente exterior construída, em função do grau de degradação das variáveis que mais influenciam esse desempenho, de acordo com as observações efectuadas. Releva-se no entanto, a consistência do modelo relativamente aos métodos de agregação de resultados dos quais resultaram IA1 e IA2, pois o valor mais divergente (aumento de 7/6,6 para 8,5) deve-se ao facto de ter sido atribuída a graduação 8 a  $X_2$  e 7 aos restantes factores.

Devido à disparidade da classificação atribuída pelo avaliador D, a mesma não será considerada no teste relativo à estimativa de custos.

#### *8.3.1.3. Nota final - estimativa de custos*

Para se testar o modelo de estimativa de custos dos trabalhos de conservação/reabilitação, procedeu-se à análise dos trabalhos de reabilitação efectuados nos edifícios de teste dos empreendimentos 1 e 2 (Anexo 5), e calculou-se o respectivo custo por  $m^2$  e o índice de custos relativamente:

1. a todos os trabalhos realizados na envolvente exterior, para o que se obteve um custo1/ $m^2$ , e um índice de custos Cc1;

2. aos trabalhos que equivalem aos trabalhos especificados no Quadro 7.4, considerados essenciais para se atingir o nível de qualidade inicial do edifício, para o que se obteve um custo2/m<sup>2</sup>, e um índice de custos Cc2;
3. aos do ponto anterior mais a substituição das caixas de estore, estores, fitas e apainelados interiores e as caixilharias existentes por caixilharias em alumínio termolacado e vidros simples de 6 mm, para o que se obteve um custo3/m<sup>2</sup>, e um índice de custos Cc3.

No empreendimento 3 foi colocado isolamento térmico pelo exterior das fachadas, mas por impossibilidade de serem fornecidos os custos diferenciados por actividades não se considerou este caso neste teste. Assim, só foi possível efectuar o teste para trabalhos que visam a manutenção do nível de qualidade inicial.

Os edifícios, conforme se referiu no ponto 7.4, pertencem ao Grupo A - no qual se agrupam os edifícios com IA 4 e 5 - para o qual, segundo a metodologia desenvolvida, o valor de Cc varia entre um valor mínimo médio de 2,53% e um valor máximo médio de 5,86% do custo de referência do m<sup>2</sup> de construção nova. Conclui-se assim, que os valores obtidos para os edifícios de teste, Quadro 8.2, encontram-se dentro daquele intervalo de valores, com excepção dos valores que correspondem à totalidade de trabalhos efectuados na envolvente exterior dos edifícios. Para esta situação os valores pertencem ao intervalo estimado para os trabalhos com aumento do nível de qualidade inicial (valor mínimo médio de 7,74% e um valor máximo médio de 13,05% do custo de referência do m<sup>2</sup> de construção nova). Estes trabalhos envolveram demolições, reabilitação do betão existente, recuperação de escadas e patamares de escadas, recuperação e fornecimento de elementos metálicos, fornecimento e montagem das estruturas de fecho das entradas, fornecimento e montagem de portas de entrada, fornecimento e montagem de caixilharia nova em alumínio termolacado para as marquises e secadouros, execução de trabalhos diversos de apoio às infraestruturas eléctricas e de telecomunicações, que saem nitidamente do âmbito dos trabalhos considerados em 7.4, quando se considera a manutenção do nível de qualidade inicial.

Quadro 8.2 - Custos de conservação/reabilitação por m<sup>2</sup> e índices de custos dos edifícios de teste

Emp.	ATEE (m <sup>2</sup> )	IA1	IA2	Custo1/m <sup>2</sup> (€)	Cc1	Custo2/m <sup>2</sup> (€)	Cc2	Custo3/m <sup>2</sup> (€)	Cc3
1		4 - 5	4 - 5	77,70	0,1233	18,03	0,0286	36,76	0,0583
2		4 - 5	5	76,26	0,1210	26,67	0,0264	29,37	0,0466

Pode-se então concluir, pela aplicabilidade da metodologia de estimativa de custos, apresentada no ponto 7.4, a edifícios diferentes daqueles em que foi aplicada durante o trabalho de investigação. A idade e a diferença entre sistemas construtivos dos edifícios não condicionam a aplicação do método, revelando este uma grande elasticidade e, confirmando-se deste modo, a validade da sua aplicação.

Considerando os modelos de previsão de custos, em função dos índices de avaliação dos edifícios, apresentados em 7.5.2, foram obtidos os resultados apresentados nos quadros seguintes.

Quadro 8.3 - Custos obtidos através dos modelos de previsão em função de IA1 - empreendimentos 1 e 2

Modelo/Índice de avaliação	IA1=4	IA1=5
$C_c = 0,039 - 5,87 \cdot 10^{-5} \cdot IA1^3$	0,0352	0,0316
$C_c = 0,028 + 0,006 \cdot IA1 - 0,001 \cdot IA1^2$	0,0360	0,0330

Quadro 8.4 - Custos obtidos através dos modelos de previsão em função de IA2 - empreendimento 1

Modelo/Índice de avaliação	IA2=3,91	IA2=4,79	IA2=5,42
$Y = 0,118 - 0,015 \cdot IA2 + 7,92 \cdot 10^{-5} \cdot IA2^3$	0,0641	0,0550	0,0490
$Y = 0,140 - 0,025 \cdot IA2 + 0,002 \cdot IA2^2$	0,0728	0,0661	0,0630
$Y = e^{(-3,950 + 4,865 / IA2)}$	0,0668	0,0532	0,0472

Quadro 8.5 - Custos obtidos através dos modelos de previsão em função de IA2 - empreendimento 2

Modelo/Índice de avaliação	IA2=5,42	IA2=5,27	IA2=5,43
$Y = 0,118 - 0,015 \cdot IA2 + 7,92 \cdot 10^{-5} \cdot IA2^3$	0,0495	0,0505	0,0492
$Y = 0,140 - 0,025 \cdot IA2 + 0,002 \cdot IA2^2$	0,0633	0,0638	0,0632
$Y = e^{(-3,950 + 4,865 / IA2)}$	0,0474	0,0485	0,0472

Verifica-se da sua análise, que os valores obtidos para o índice de custos através destes modelos são superiores aos obtidos no Quadro 8.2, estando 44% acima dos valores do intervalo espectável para estas classes de edifícios (entre o valor mínimo médio de 2,53% e o valor máximo médio de 5,86%), quando calculado com base na quantidade de trabalhos e nos preços unitários utilizados em 7.4. Esta diferença justifica-se dado que o modelo foi construído tendo como base a estimativa de custos de trabalhos de natureza diferente, além de que, traduz os custos a ter na reparação/reabilitação em função da gravidade e extensão das anomalias, que o



IA traduz. Verifica-se também que o segundo modelo em função de IA2 se mostra menos ajustado do que os outros. Pode-se concluir pela utilidade dos modelos para, de uma forma expedita, se poder estimar o custo da reparação/reabilitação de edifícios nos quais se pretende intervir.

Na fase final desta tese, esta metodologia foi utilizada para se efectuar a estimativa de custos da reabilitação da envolvente externa do Bairro de Santiago, em Aveiro, para efeitos de candidatura para a requalificação urbana.

Aplicando os modelos de estimativa do custo total da obra em função da área total da envolvente exterior, obtiveram-se os resultados que constam no Quadro 8.6.

Quadro 8.6 - Custo total obtido através dos modelos de previsão em função de ATEE - empreendimentos 1 e 2

Modelo/Índice de avaliação	Empreendimento 1 ATEE=8 787,49 m <sup>2</sup>	Empreendimento 2 ATEE=8 824,7 m <sup>2</sup>
<b>Sem reabilitação energética</b>		
Ctmédio=25 377,721+2,850*ATEE+0,005*ATEE <sup>2</sup>	436 521,97€	439 904,77
Ctmédio =26 304,821+0,007*X <sup>2</sup> -3,47*10 <sup>-7</sup> * ATEE <sup>3</sup>	331 380,96€	332 964,56
<b>Com reabilitação energética</b>		
Ctmédio= 63 841,058+20,354*ATEE+0,008 * ATEE <sup>2</sup>	860 461,47€	866 461,64
Ctmédio =78 573,937+0,017*X <sup>2</sup> -1,27*10 <sup>-6</sup> * ATEE <sup>3</sup>	529 529,95€	529 676,99

De acordo com a diferenciação de trabalhos apresentada em 1, 2 e 3 no início deste ponto (8.3.1.3), os custos totais para cada um dos conjuntos de trabalhos considerados são os que constam no Quadro 8.7. Verifica-se que o segundo modelo de previsão sem reabilitação energética, obtém valores muito semelhantes aos do custo total 3. Poder-se-ia concluir pela semelhança de custos de execução deste conjunto de trabalhos relativamente aos definidos no Quadro 7.4.

Quadro 8.7 - Custo total dos empreendimentos 1 e 2

Empreendimento	Custo total 1	Custo total 2	Custo total 3
1	682 755,95	158 396,92	323 001,25
2	879 338,37	192 191,22	338 613,97

Conclui-se então pela aplicabilidade destes modelos e pela sua utilidade e flexibilidade de aplicação, a edifícios de tipologia construtiva e idade diferente da amostra sobre a qual

foram construídos.

# ***CAPÍTULO 9***

## **Conclusões e Perspectivas Futuras**



## **9. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS**

### **9.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao concluir este trabalho considera-se que foram atingidos os objectivos fundamentais inicialmente propostos, apesar da complexidade e diversidade que envolve a temática da conservação, reparação e reabilitação de edifícios.

Nesta dissertação foram propostos modelos para a determinação do índice de avaliação do estado de conservação da envolvente exterior de edifícios de habitação social/habitação a custos controlados, baseados na inspecção por observação da sua envolvente exterior, complementada com a realização de entrevistas a moradores e observação visual interior de fogos. Em função deste índice de avaliação, com base em preços unitários relativos ao ano de 2007, foram propostos modelos de estimativa de custos de conservação/reparação e de reabilitação da envolvente externa. Apresenta-se nas secções seguintes um resumo dos principais aspectos do trabalho desenvolvido, destacando-se os principais resultados e trabalho a desenvolver futuramente.

### **9.2 DIFICULDADES SENTIDAS**

A primeira dificuldade sentida surgiu na definição dos critérios de avaliação, principais e secundários, dos edifícios e respectivas componentes, cuja valoração permite a determinação do respectivo índice de avaliação do estado de conservação.

A inexistência de resposta por parte de algumas autarquias do distrito de Aveiro, relativamente ao pedido de colaboração para a realização do trabalho de investigação, condicionou a dimensão da amostra de trabalho a um conjunto de 52 edifícios, o que implicou algumas limitações na validação dos modelos estatísticos aplicados.

A recolha de dados relativos aos custos unitários revelou-se uma tarefa extremamente difícil e morosa. Porém, dada a sua importância fundamental para futuros desenvolvimentos, terá que ser aprofundada.

O estabelecimento de modelos de avaliação do estado de conservação de edifícios revestiu-se de alguma complexidade, dada a diversidade de factores que contribuem para a degradação dos edifícios e dos seus componentes, bem como a diversidade de anomalias que se manifestam.

O teste dos modelos de estimativa de custos propostos apresentou algumas dificuldades, pelo facto de não se terem disponíveis edifícios com a mesma tipologia construtiva, nos quais tivessem ocorrido trabalhos de conservação/reabilitação, da mesma natureza dos propostos na metodologia desenvolvida. Teve-se assim, que recorrer a um município além dos englobados no estudo, que disponibilizou empreendimentos nos quais decorreram operações de conservação/reabilitação, edifícios de diferentes tipologias construtivas e, cujos trabalhos de reabilitação englobaram trabalhos diferentes dos propostos, conforme se referiu no capítulo anterior. No que respeita aos custos dos trabalhos realizados nestes edifícios de teste, a ausência dos técnicos responsáveis pela gestão/fiscalização da obra, dificultou ou mesmo impossibilitou, em alguns casos, a respectiva obtenção.

### 9.3 SÍNTESE DE RESULTADOS

Neste ponto, pretende-se resumir e realçar alguns dos resultados considerados de maior relevância, na sequência do desenvolvimento dos capítulos desta dissertação. Ao Capítulo 1, onde se efectuou a introdução geral ao problema e se procedeu à justificação do estudo, seguem-se oito capítulos, alvo de análise nesta secção.

No **Capítulo 2**, efectuou-se através da revisão bibliográfica, a caracterização da habitação social/a custos controlados em Portugal. Esta revisão permitiu ter uma visão global relativamente à evolução dos conceitos, dos órgãos gestores e dos programas de habitação social, bem como identificar o deficiente nível de qualidade e durabilidade deste parque habitacional, apesar dos investimentos efectuados pelo Estado.

No **Capítulo 3**, procedeu-se à sistematização da identificação das principais anomalias não estruturais que ocorrem nos elementos construtivos da envolvente externa (cobertura, sistemas de drenagem de águas pluviais, fachadas, vãos envidraçados) dos edifícios, à análise de estudos sobre a incidência dessas anomalias e respectivos efeitos no desempenho da envolvente.

Os estudos analisados sobre anomalias em edifícios de habitação social/a custos controlados relevaram a existência de uma elevada incidência de anomalias em edifícios construídos após 1970 e a baixa durabilidade das soluções construtivas, bem como a insatisfação

dos moradores relativamente a determinadas exigências funcionais de desempenho. Esta análise contribuiu para:

- o reforço do estabelecimento de um dos objectivos deste trabalho - caracterizar o grau de degradação da envolvente externa do parque de habitação social de arrendamento público;
- a identificação dos requisitos funcionais a analisar na metodologia proposta;
- o relevo da importância de se efectuarem entrevistas aos utilizadores.

Neste capítulo, procedeu-se também à pesquisa bibliográfica sobre estratégias, tipos e níveis de reabilitação, cuja análise relevou que, as metodologias apresentadas para a definição dos níveis de intervenção em obras de conservação, reparação e reabilitação de edifícios, têm como suporte a identificação da extensão e profundidade das anomalias existentes, e são estabelecidas em função destes parâmetros ou em função de parâmetros económicos. Este estudo contribuiu para o desenvolvimento da metodologia de avaliação do estado de conservação da envolvente exterior e para o desenvolvimento do índice de custos, nos Capítulos 5 e 8, respectivamente.

Ainda no Capítulo 3, efectuou-se pesquisa bibliográfica sobre o dever de conservação do edificado e o custo do ciclo de vida dos edifícios. Relativamente ao dever de conservação do edificado verificou-se que, apesar da existência de obrigatoriedade legal (Regulamento Geral das Edificações Urbanas e Regime Jurídico da Edificação e da Urbanização), tem-se assistido a reduzidos investimentos em recuperação e manutenção dos edifícios de habitação (SEH, 2004), o que, em conjugação com os factores que contribuem para a degradação crescente da sua envolvente exterior, conduz a um aumento do respectivo grau de degradação em função do tempo. Identificou-se a necessidade premente de se implementar a determinação do custo do ciclo de vida das edificações, quer em projectos de construção, quer em projectos de reabilitação, uma vez que se trata de um apoio à decisão e escolha de soluções de qualidade e durabilidade mais elevadas, diminuindo-se assim, quer a probabilidade de ocorrência de fenómenos de degradação precoce dos edifícios, quer a necessidade de recursos e verbas financeiras extraordinárias, para reparação e reabilitação.

No **Capítulo 4**, apresentaram-se os resultados da revisão bibliográfica relativa a diferentes métodos de avaliação do estado de conservação/degradação de edifícios/elementos construtivos, de métodos e ferramentas de apoio à decisão, das operações de manutenção e reabilitação de edifícios de habitação, bem como de escalas de valoração do nível de

conservação/degradação, tendo por base a observação visual.

Esta pesquisa permitiu reforçar a importância da elaboração do diagnóstico do estado de degradação dos edifícios bem como, justificar o recurso à observação visual e à sua conjugação com as entrevistas efectuadas aos habitantes, para se verificar o deficiente desempenho ao nível do conforto interior. O estudo das escalas referidas foi essencial para o desenvolvimento da escala de valoração apresentada no ponto 5.2.2.

No **Capítulo 5**, desenvolveu-se a metodologia para a avaliação do grau de degradação da envolvente exterior dos edifícios de habitação social/habitação a custos controlados. Como primeiros resultados do trabalho desenvolvido, surgiram as matrizes de observação, a definição da escala de valoração da degradação e do nível de desempenho de cada critério de avaliação definido e do edifício na sua globalidade. Posteriormente, desenvolveram-se os métodos de agregação de resultados que permitem obter o índice de avaliação dos edifícios (IA). O primeiro modelo de agregação de resultados baseia-se no método de Hermione, que não entra em consideração com a importância relativa de cada um dos critérios analisados, tendo-se designado por IA1, o índice de avaliação obtido por este método. Procedeu-se ao desenvolvimento de outra metodologia de agregação de resultados, através da atribuição de ponderações a cada critério de avaliação, segundo o método descrito no ponto 5.4, na qual se aplicou a matriz modificada da análise multicritério, utilizada nas entrevistas aos moradores, em que se designaram por IA2 os valores obtidos para IA.

Apresentou-se a matriz de base para se efectuarem as entrevistas aos habitantes dos edifícios a avaliar, cujos resultados se obtiveram, através da aplicação de um método de análise multicritério ao nível de desempenho de determinados critérios funcionais do edifício. As ponderações atribuídas a cada critério de avaliação foram obtidas, através da recolha de opinião de um grupo de técnicos e especialistas do sector e de um grupo de moradores.

Efectuou-se a correlação entre o grau de degradação e o nível de desempenho, obtido pelo método desenvolvido, o estado e níveis de conservação obtidos pelo MAEC<sup>49</sup>, dada a sua importância no âmbito de aplicação do NRAU<sup>50</sup>, obtendo-se uma boa correspondência entre as classificações dos dois métodos.

No **Capítulo 6**, apresentou-se a análise dos resultados da investigação de campo,

---

<sup>49</sup> Método de Avaliação do Estado de Conservação de Edifícios (referido no ponto 4.4).

<sup>50</sup> Novo Regime do Arrendamento Urbano, estabelecido pela Lei n.º 6/2006, de 27 de Fevereiro.



tendo-se procedido inicialmente à análise descritiva dos elementos da amostra em estudo. Determinou-se para cada edifício, o grau de degradação de cada uma das anomalias observadas nas respectivas fachadas, nos vãos envidraçados, na cobertura e no sistema de drenagem de águas pluviais. Aplicaram-se os métodos de agregação de resultados para se obterem os valores do índice de avaliação dos edifícios, IA1 e IA2, e efectuaram-se análises comparativas relativamente aos resultados obtidos. Analisaram-se os resultados das entrevistas realizadas aos moradores, a partir de cujos resultados se determinou o nível de desempenho de cada um dos requisitos avaliados: estanquidade, condições higrotérmicas e acústicas, aspecto visual e durabilidade, bem como o nível de desempenho global do edifício. Indicaram-se várias soluções de concepção e construtivas a evitar em futuros projectos, com vista ao aumento da durabilidade e qualidade de futuros empreendimentos de habitação social/habitação a custos controlados. Efectuou-se a correspondência entre o Nível de Desempenho (ND), obtido através da metodologia desenvolvida, e o Nível de Conservação, obtido no âmbito do NRAU, para se estimar a percentagem de edifícios/locados que podem ser objecto de actualização de rendas e do respectivo coeficiente de actualização. Desenvolveram-se os modelos de determinação do índice de avaliação dos edifícios, com recurso a técnicas estatísticas e com a aplicação do software para tratamento estatístico, SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences 14.0 for Windows*.

Relativamente aos valores obtidos para IA1, 81% dos edifícios obtiveram uma graduação inferior ou igual a 6 (22,6% com graduação 4 e 5 e 35,8% com graduação 6) e os restantes 19% uma graduação superior ou igual a 7, dos quais 13,8% obtiveram uma graduação de 8. Quanto aos valores globais obtidos para o IA2, resultam numa maioria de 69,8% de edifícios com uma graduação de 6, sendo que, 75,5 % dos edifícios obtiveram uma graduação inferior ou igual a 6 e os restantes 24,5, uma graduação superior ou igual a 7, dos quais 15,1% obtiveram um IA=7. Esta diferença de valoração é justificada, pelo facto dos edifícios com classificação mais baixa apresentarem um perfil de qualidade no qual predominam as baixas classificações para a fissuração, para a descoloração dos revestimentos de fachada, para a ocorrência de manchas escuras devidas ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade e para os vãos envidraçados, que vão condicionar a classificação global através do método não ponderado. O modelo ponderado, como atribuiu valores de ponderação aos critérios de avaliação do aspecto visual da envolvente exterior, inferiores, às dos critérios de avaliação da estanquidade, estes edifícios aparecem através deste método, na generalidade, com uma classificação de 6 ou superior.

Dos resultados obtidos nas entrevistas releva-se a avaliação negativa relativamente ao

desempenho das condições higrotérmicas e das condições acústicas dos fogos, que contribuem para a insatisfação generalizada dos moradores. Concluiu-se destes resultados, da importância de se conjugar a avaliação do edificado sob o ponto de vista técnico, com a avaliação dos moradores, que a efectuam mais preocupados com os aspectos relativos à habitabilidade e ao conforto interior. Deste modo, as intervenções de conservação, reparação e reabilitação da envolvente externa, se não contribuírem para o aumento do nível de desempenho dos fogos, relativamente às condições higrotérmicas, acústicas e de durabilidade, não irão contribuir para o aumento da satisfação dos habitantes, concretizando soluções de baixa durabilidade. Na sequência do trabalho de campo efectuado e do resultado dessas avaliações, combinado com as entrevistas realizadas, identificaram-se as principais soluções de construção a evitar em futuros projectos, sintetizadas no Quadro 6.10.

Da comparação entre o nível de desempenho, ND, dos edifícios da amostra, e do nível de conservação do NRAU, estimou-se que 17,6% dos locados da amostra estudada, não poderão ser objecto de actualização da respectiva renda e, os restantes 82,4%, poderão ser actualizados mas segundo o coeficiente de actualização mais baixo, de acordo com o NRAU. Esta correspondência demonstrou a importância de se proceder ao aumento do nível de qualidade do parque habitacional de arrendamento público, que se traduzirá em benefícios económicos, através da possibilidade de se poderem aumentar as rendas, e sociais através do aumento das condições de conforto e habitabilidade dos fogos e consequente satisfação dos utentes.

A equação geral do modelo ajustado, expressão 6.2, que indica o valor esperado de IA em função de quatro variáveis, que apresentam as maiores contribuições relativas para explicar o comportamento de IA, no modelo, foi obtida através do método de regressão linear múltipla, técnica estatística descritiva e inferencial.

Através da análise discriminante, técnica de estatística multivariada, determinaram-se as equações de classificação que constituem, por si só, um método para a determinação do IA do edifício, calculado a partir da graduação de cada uma das anomalias indicadas. Da representação gráfica dos centróides de cada grupo nas funções discriminantes, agruparam-se os edifícios em três grandes grupos, que evidenciam necessidades de intervenção diferenciadas para cada um.

No **Capítulo 7**, determinou-se um índice de custos para se estimar os custos associados a trabalhos de conservação, reparação e de reabilitação da envolvente, dos edifícios da amostra. Através de modelos de regressão, encontraram-se os modelos mais ajustados para se estimar o índice de custos de conservação, reparação e reabilitação da envolvente exterior em função da

respectiva avaliação (IA).

No **Capítulo 8**, efectuou-se o teste à metodologia proposta e aos modelos desenvolvidos, para a determinação do IA e para a estimativa de custos.

A metodologia de avaliação do estado de conservação da envolvente externa dos edifícios, mostrou-se, quer durante a fase de investigação de campo, quer durante a de teste de fácil aplicabilidade, necessitando no entanto, de treino e formação dos técnicos envolvidos. Revelou-se uma metodologia cuja aplicação se pode efectuar a edifícios diferentes daqueles em que foi aplicada durante o trabalho de investigação. Verificou-se na fase de teste, que a idade e a diferença entre sistemas construtivos dos edifícios não condiciona a aplicação do método, revelando este uma grande elasticidade e, confirmando-se deste modo, a validade da aplicação da escala de graduação e das matrizes de avaliação, para qualquer tipo de edifício. Constatou-se a semelhança de resultados obtidos na obtenção do IA, quando o método foi aplicado por técnicos diferentes, o que revela a sua consistência e objectividade.

No teste do modelo proposto para a previsão do índice de custos de reabilitação da envolvente externa, sem aumento da qualidade inicial do edifício, em função da sua avaliação, verificou-se que os valores obtidos estão dentro do intervalo de variação determinado durante a investigação, o que permitiu concluir pela aplicabilidade destes modelos. No entanto, considera-se que estes modelos necessitam de ser melhorados e validados, através de amostras, e de bases de dados de custos unitários, de maior dimensão.

#### 9.4 CONCLUSÕES FINAIS

Desenvolveram-se ferramentas e procedimentos sistematizadores de apoio à observação visual a realizar no trabalho de campo, que organizam o conhecimento diversificado, constituindo assim ferramentas úteis e inovadoras de apoio aos técnicos, durante a identificação e caracterização de anomalias na envolvente externa dos edifícios. O desenvolvimento de uma matriz de observação aplicando a metodologia do método qualitativo de análise de riscos FMEA - método da análise de falhas e de efeitos, associada a uma escala de graduação do risco de ocorrência de determinada falha, perspectiva que a sua aplicação (e desenvolvimento para outros modos de falha), constitui um instrumento de apoio e de reflexão para as equipas de projecto, de modo a que, as suas opções previnam/eliminem determinado modo de falha, anomalia futura, através da escolha de soluções construtivas duráveis, com o estabelecimento de um conjunto de especificações exigências a implementar na fase de concepção, na fase de

execução e a verificarem-se na fase de utilização (utente final).

A escala de graduação e os modelos desenvolvidos são inovadores. Relativamente à escala de graduação, constitui um instrumento de trabalho fundamental para a caracterização do grau de degradação da envolvente exterior construída do parque habitacional, imprescindível para a determinação do IA e do ND dos edifícios.

Quanto aos modelos desenvolvidos revestem-se de interesse, pois através do grau de degradação de um número reduzido de critérios/requisitos de avaliação da envolvente exterior do edifício, atribui-se um índice de avaliação, a partir do qual se estimam os custos da conservação, reparação ou reabilitação da envolvente. Servem ainda na caracterização do estado de degradação/conservação do parque habitacional, para a verificação dos intervalos de tempo em que ocorreu essa degradação, o que permitirá prever o consequente estado de degradação se nenhuma acção for tomada para o impedir.

O facto de se ter acompanhado a pesquisa de campo com as entrevistas aos moradores revelou-se determinante, dado que, permitiu concluir não existirem diferenças significativas entre a valoração relativa atribuída a cada parâmetro de avaliação, para efeitos de ponderação, relativamente ao grupo de técnicos e especialistas.

Apesar deste trabalho ter sido desenvolvido no âmbito da habitação social, as metodologias de observação, de entrevista, de graduação são aplicáveis a qualquer tipo de edifício, salvaguardando-se os casos em que a respectiva especificidade exija alguma adaptação.

Trata-se pois, de um trabalho premente e de grande actualidade, que permite determinar o estado de conservação da envolvente exterior dos edifícios, através da análise dos parâmetros de avaliação definidos na metodologia proposta, e possibilita a estimativa de custos dos trabalhos necessários para se atingir o nível de qualidade que a envolvente apresentava originalmente ou um nível superior.

## 9.5 TRABALHOS FUTUROS

No seguimento deste trabalho dar-se-á continuidade à aplicação da metodologia de avaliação desenvolvida a outros conjuntos de edifícios, e à recolha de custos unitários de acções de reabilitação, de modo a constituir uma base de dados extensa, que permita o desenvolvimento dos modelos de custos. A expansão destas bases de dados sobre custos de acções de reabilitação de edifícios, possibilitará a aplicação de metodologias de avaliação de

custos do ciclo de vida dos edifícios, ferramenta essencial para a tomada de decisão, durante a fase de concepção, execução e de utilização, trabalho que se pretende desenvolver, no seguimento da linha de investigação desta dissertação.

Estão também já em curso dois trabalhos de investigação, cujo objectivo é a verificação da eficiência energética em dois subconjuntos dos edifícios estudados nesta tese. Um é composto pelos edifícios que estiveram na base da estimativa do índice de custos e o outro, por edifícios com características construtivas diferentes e com data de construção anterior (mais 10 anos de idade). Esses trabalhos irão englobar o estudo de várias soluções de reabilitação energética da envolvente, a definição dos respectivos custos e a relação custo-benefício.



## ***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS***





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrantes, Victor; Freitas, Vasco Peixoto de; Sousa, Marília (1999). *Reabilitação de Edifícios - Estudo do comportamento e análise técnico-económica das soluções utilizadas nas obras de construção e reabilitação*. IGAPHE - DGHN - FEUP. Porto.
- Afonso, Fernando *et al.* (1998). *O Sector da Construção - Diagnóstico e Eixos de Intervenção*. IAPMEI. Observatório das PME.
- Aguiar, José; Cabrita, A. M. Reis, Appleton, João (1998). *Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais*. Vol 1. LNEC. Lisboa.
- AIJ (1993). *The English Edition of Principal Guide for Service Life Planning of Buildings*. Architectural Institute of Japan.
- ALBATROS (2005). Mertz, C.; Flourentzou, F.; Gay, J.B. *Méthode d'aide à la décision intégrant les enjeux du développement durable en phase de planification d'un project de construction publique*. Disponível em: <http://www.eco-bau.ch/francais/>, data de acesso [06/01/10].
- Andersen, Hans Skifter; Leader, Philip (1999). *Housing Renewal in Europe*. The Policy Press. University of Bristol. Bristol.
- AQC (2006). *Qualité, progressons ensemble. Bilan 1995-2005*. Agence Qualité Construction. Observatoire de la Qualité de la Construction. Disponível em: <http://www.qualiteconstruction.com/webzine/default.asp?main=38>, data de acesso: [06/04/03].
- Balaras C.; Droutsas K.; Daskali E.; Kontoyiannidis S. (2005). *Deterioration of European apartment buildings*. Energy and Buildings, 37. 515-527. Elsevier. Disponível em [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), data de acesso [06/03/15].
- Ball, M.; Harloe, M.; Martens, M. (1988). *Housing and Social Change in Europe and in USA*. Routledge. London.
- Barnard, Martin (1998). *Health and Safety for Engineers*. Thomas Telford. London.

- Bezelga, Artur A.; Neto, Fernando S. (1985). *Custo e rentabilidade das intervenções*. Documento introdutório do tema 4. 1º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação. LNEC. Lisboa.
- Bird, B. (1987). *Costs in use: principles in the context of building procurement*. Construction Management and Economics, 5. Special Issue.
- Bluyssen, Philomena M. (2000). *EPIQR and IEQ: indoor environment quality in European apartment buildings*. Energy and Buildings, 31. 103-110. February 2000. Elsevier. Disponível na b-on - biblioteca do conhecimento online, data de acesso [07/01/06].
- Bourke, K.; Waterman, A. (2005). *Estimating Future Costs of Building Ownership - A Case Study on a Decision Support Tool Using Whole Life Costing and Risk Analysis*. 10<sup>th</sup> International Conference on Durability of Building Material and Components. PD1 - 85. 17-20 April. Lyon. France.
- Braga, Manuel B. M. (1990). *Reabilitação de edifícios de habitação - contribuição para a estimação de custos*. Dissertação de Mestrado. IST. Lisboa.
- BRE (1988). *Common Defects in Low-Rise Traditional Housing*. Digest 268. Building Research Establishment. Garston.
- Brito, Jorge de; Paulo, Pedro Vaz (2004). *Classificação das coberturas inclinadas e respectivos revestimentos*. Revestimentos em edifícios recentes. Cadernos edifícios. Número 3. Setembro 2004. LNEC. Lisboa.
- Bullock, N (1991). *Comparing European Past with Third World Present*. Saglamer, G., and Ozukran, S. (eds). Housing for the Urban Poor. ENHR International Symposium. Istanbul Technical University. Istanbul.
- Cabrita, A. M. R.; Coelho, A. B.; Pereira, A. (1998). *Gestão integrada de parques habitacionais públicos (PHP) - panorâmica e reflexão sobre a realidade portuguesa*. Encontro Gestão Integrada de Parques Habitacionais de Arrendamento Público. LNEC. Lisboa.
- Cabrita, A. R.; Coelho, A. B.; Freitas, M. J. (2000). *Gestão Integrada de Parques Habitacionais de Arrendamento Público - guião recomendativo*. Intervenção Operacional Renovação Urbana - IORU. LNEC. Lisboa.

- Caccaveli, Dominique; Genre, Jean-Louis (2000). *Diagnosis of the degradation state of building and cost evaluation of induced refurbishment works*. Energy and Buildings, 31. 159-165. April 2000. Elsevier.
- Cardoso, A (1996). *Considerações sobre o Enquadramento Geral da Política de Habitação Social*. Do desenvolvimento do planeamento ao planeamento do desenvolvimento. 157-166.
- Cardoso, A. (1983). *State Intervention in Housing in Portugal 1960-1980*. PhD thesis. University of Reading.
- Cardoso, A. (1985). *Sobre o conceito de crise de habitação*. Sociedade e Território, 2. 102-108.
- Chamosa, J.V; Ortiz, J.R. (1984). Patologia de la construcción en España: aproximacion estadística. Informes de la Construcción, 36 nº1. 364. Octubre. Madrid.
- CIB W080 (2006). *Prediction of Service Life for Buildings and Components CIB Report: Publication 310. State of the art Report on Failure Modes Effects and Criticality Analysis*. Research for and Application to the Building Domain. March 2006. Disponível em: [cibworld.xs4all.nl/dl/publications/CIBW80\\_FMEA.pdf](http://cibworld.xs4all.nl/dl/publications/CIBW80_FMEA.pdf), data de acesso [06/11/29].
- Cóias, Vítor (2006). *Inspecções e Ensaios na Reabilitação de Edifícios*. IST PRESS. Lisboa.
- Conceição, Paulo S. (2002). *Modelos de Produção e Gestão de Habitação Social: estratégias locais de habitação e sistemas de bem-estar social num contexto de mudança*. FEUP. Porto.
- Costa, J. S.; Silva, António P. (2002). *Life -Cycle Costs Analysis: Standard Practices Concerning the Financial Model. EUROLIFEFORM. Probabilistic Approach for Predicting Life Cycle Costs and Performance of Buildings and Civil Infrastructure*. Report No ELF-T3.2-INEGI-001/Draft2. February 2002.
- CQF (1997). *Database analysis - Report 4*. Construction Quality Forum. April 1997. Garston.
- Despacho n.º 1592/2004 - *Regime de revisão de preços das empreitadas de obras públicas e de obras particulares e de aquisição de bens e serviços*. Diário da República II Série. 19 (04-01-23), publicado ao abrigo do Decreto-Lei n.º 6/2004. Diário da República. I Série - A. 4 (04-01-06). 62-67.

- Dolce *et al.* (2006). *Vulnerability assessment and earthquake damage scenarios of the building stock of Potenza (Southern Italy) using Italian and Greek methodologies*. Engineering Structures, 28. 357-371. Elsevier. Disponível em [www.elsevier.com/locate/engstruct](http://www.elsevier.com/locate/engstruct), data de acesso [07/03/29].
- Doling, Jonh (1997). *Comparative Housing Policy: government and housing in advanced industrialized countries*. Macmillan Press Ltd. London.
- Donkelaar, M. ten (2007). *Examples of refurbishment. WP2 overview of refurbishment projects for the InoFin Project*. ECN - Energy research Centre of the Netherlands. Disponível em: [www.join-inofin.eu/docs/netherlands\\_wp2\\_report.pdf](http://www.join-inofin.eu/docs/netherlands_wp2_report.pdf), data de acesso [07/09/06].
- ENDS 2002. *Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável*. Versão para discussão pública. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Instituto do Ambiente. Disponível em [http://www.iamambiente.pt/portal/page?\\_pageid=33,32142&\\_dad=gov\\_portal\\_ia&\\_sc\\_hema=GOV\\_PORTAL\\_IA&id\\_doc=5829&id\\_menu=5332](http://www.iamambiente.pt/portal/page?_pageid=33,32142&_dad=gov_portal_ia&_sc_hema=GOV_PORTAL_IA&id_doc=5829&id_menu=5332), data de acesso [06/05/08].
- ENDS 2005-2015. *Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável*. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. 2004. Disponível em [http://www.portugal.gov.pt/NR/rdonlyres/2D23430D-3202-4CC8-8DAC-30E508633158/0/ENDS\\_2004.pdf](http://www.portugal.gov.pt/NR/rdonlyres/2D23430D-3202-4CC8-8DAC-30E508633158/0/ENDS_2004.pdf), data de acesso [06/05/08].
- EOTA (1999). *Assessment of Working Life of Products - Guidance Document 003*. European Organization for Technical Approvals. Brussels.
- EPIQR (2004). *Les principes de la méthode*. Disponível em [http://www.epiqr.ch/outils\\_epiqr.html](http://www.epiqr.ch/outils_epiqr.html), data de acesso [05/11/04].
- EPP/FPP (1999). *El Mantenimiento de los edificios desde el inicio del proyecto al final de su vida útil*. Publicación de la Escuela de Práctica Professional en collaboration con la Fundación Politécnica de Catalunya. Barcelona.
- Eusébio, M. Isabel; Rodrigues, M. Paula M. C.; Ribeiro, Alejandro (2005). *REVESTIMENTOS POR PINTURA Defeitos, causas e reparação*. ICT Informação Técnica. Patologia e Reabilitação das Construções. ITPRC 5. LNEC. Lisboa.

- FEMA (1998). *Typical Costs for Seismic Rehabilitation of Existing Buildings*. Volume 1 - Summary. Second Edition. Federal emergency management agency. Earthquake hazards reduction series 39. Issued by FEMA in furtherance of the Decade for Natural Disaster Reduction. Disponível em [www.fema.gov/plan/prevent/earthquake/pdf/fema-156.pdf](http://www.fema.gov/plan/prevent/earthquake/pdf/fema-156.pdf), data de acesso [07/03/30].
- Ferreira, Alexandre (2006). *Guia prático de utilização do SPSS - Análise de dados para ciências sociais e psicologia*. Edições Sílabo. 6ª Edição. Lisboa.
- Gaspar, P. L. et al. (2006). *Técnicas de Diagnóstico e Classificação de Fissuração em Fachadas Rebocadas*. PATORREB 2006. 541-550. FEUP. Porto.
- Gaspar, P. L.; Brito, J. (2005). *Assessment of the overall degradation level of an element, based on the field data*. 10<sup>th</sup> International Conference on Durability of Building Material and Components. Paper TT8 - 68. 17-20 April. Lyon. France.
- Gomes, Ruy José (1978). *Necessidades Humanas e exigências funcionais da habitação*. Memória nº 501. LNEC. Lisboa.
- Gros, M. C. (1994). *Pequena História do Alojamento Social em Portugal*. Sociedade e Território. 20. 80-90.
- GVB (1992). *Réhabilitation et maintenance*. Guide Veritas du Bâtiment. Tome 4. Deuxième triage. Editions du Moniteur. Paris.
- HAPM (1997). *Housing Association Property Mutual Feedback from Data 1991-1994*. Technical Note nº 7. London.
- Harris, Samuel Y. (2001). *Building Pathology: Deterioration, Diagnostics, and Intervention*. John Wiley & Sons. EUA.
- Henriques, Fernando M. A. (2001). *A noção de qualidade em edifícios*. Comunicação ao Congresso Nacional da Construção. Instituto Superior Técnico. 17-19 Dezembro. Lisboa. Disponível em <http://www.dec.fct.unl.pt/seccoes/smtc/pub7.pdf>, data de acesso [05-12-29].
- Hong, Taehoon; Hastak, Makarand (2005). *MEMRRES: model for evaluating maintenance, repair and rehabilitation strategies in concrete bridge decks*. Civil Engineering and Environmental Systems, 22, n. ° 4. 233-248. December 2005. Disponível em <http://journalonline.tandf.co.uk/media/p621vhmtwp3ularhecw0/contributions/h/8/0/8/h80812645366042t.pdf>, data de acesso [06/01/09].

- Hovde, Jostein (2004). *FACTOR METHODS FOR SERVICE LIFE PREDICTION State of the art. CIB W080/RILEM 175 SLM: Service Life Methodologies Prediction of Service Life for Buildings and Components*. Task Group Performance Based Methods for Service Life Prediction. Disponível em [http://www.auspebbu.com/files/PeBBuServLife\\_March04\\_Pub294.pdf](http://www.auspebbu.com/files/PeBBuServLife_March04_Pub294.pdf), data de acesso [05/10/19].
- INE (2001- b). *Análise de resultados*. Disponível em [www.ine.pt/prodserv/Quadros/396/218/001/pdf](http://www.ine.pt/prodserv/Quadros/396/218/001/pdf), data de acesso [05/03/15].
- INE (2001-a). *Censos 2001: resultados definitivos: XIV recenseamento geral da população: IV recenseamento geral da habitação*. 1º Volume. Lisboa.
- INE (2001-c). *Censos 2001: Manual do Recenseador*. Lisboa.
- INE (2003). *Antecedentes, Metodologia e Conceitos: Censos 2001: XIV recenseamento geral da população: IV recenseamento geral da habitação*. Lisboa.
- ISO 15686-1: 2000. *Building and constructed assets - Service life planning - Part 1: General principles*.
- ISO 15686-2: 2001. *Building and constructed assets - Service life planning - Part 2: Service life prediction*.
- ISO 15686-3: 2002. *Building and constructed assets - Service life planning - Part 3: Performance audits and reviews*.
- ISO 6241:1984 (F). *Normes de performance dans le bâtiment - principes d'établissement et facteurs à considérer*.
- ISO/FDIS 15686-5. *Building and constructed assets - Service life planning - Part 5: Whole life costing*.
- Johnson, Sidney M. (1981). *Deterioration, Maintenance and Repair of Structures*. 2ª Edição. Macgraw -Hill. Nova York.

- Kirkman, Richard; Alisa, Muthena; Silva, António P.; Grindley, Tim; Brøndsted, Jakob (2004-a). *EUROLIFEFORM: An Integrated Probabilistic Whole Life Cycle Cost And Performance Model For Buildings And Civil Infrastructure*. The International Construction and Building Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors. 7-8 September. Leeds. UK. Disponível em:  
[http://eurolifeform.teknologisk.dk/\\_root/media/13499%5FCOBRA%5F2004%5Ffinal%5F.pdf](http://eurolifeform.teknologisk.dk/_root/media/13499%5FCOBRA%5F2004%5Ffinal%5F.pdf), data de acesso [05/11/11].
- Kirkman, Richard; Alisa, Muthena; Silva, António P.; Grindley, Tim; Brøndsted, Jakob (2004-b). *Rethinking Whole Life Cycle Cost Based Design Decision-Making*. The Association of Researchers in Construction Management. ARCOM 20<sup>th</sup> Annual Conference and Annual General Meeting. 1-3 September. Herriot-Watt University. Edinburgh. UK. Disponível em:  
[http://eurolifeform.teknologisk.dk/\\_root/media/13498%5FARCOM%5FPaper141%5Ffinal.pdf](http://eurolifeform.teknologisk.dk/_root/media/13498%5FARCOM%5FPaper141%5Ffinal.pdf), data de acesso [05/11/11].
- Lair, J.; Chevalier J.L.; Rilling J. (2001). *Operational methods for implementing durability in service life planning framework*. CIB World Building Congress. Paper INF 11. April 2001. Wellington.
- Lair, J.; Chevalier, J.L. (2002). *Failure Mode Effect and Criticality Analysis for Risk Analysis (design) and Maintenance Planning (exploitation)*. 9<sup>th</sup> International Conference on Durability of Building Material and Components. Paper 032. 17-21 March. Brisbane Convention & Exhibition Centre. Australia.
- Lair, J.; Le Teno, J.F.; Boissier, D. (1999). *Durability assessment of building systems*. 8<sup>th</sup> International Conference on Durability of Building Material and Components. 1299-1308. May 30 - June 3. Vancouver. Canada.
- Lanzinha, João Carlos Gonçalves (2006). *Reabilitação de Edifícios - Metodologia de diagnóstico e intervenção*. Tese apresentada para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil pela Universidade da Beira Interior. Covilhã.
- Leirós, Artur (2006). *Patologias em superfícies rebocadas com argamassas pré-doseadas - Causas, diagnóstico e reabilitação*. PATORREB 2006. 531-540. FEUP. Porto.
- Leitão, Dinis Miguel Campos (2003). *Soluções e Trabalhos de Reabilitação - Metodologia para a implementação de checklists*. Dissertação apresentada à Escola de Engenharia da Universidade do Minho para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil.

- LNEC (2004). *3ª Análise Retrospectiva do Parque Habitacional Financiado pelo INH anos de 1995 a 1998*. Relatório 239/04 - NAU. LNEC. Lisboa.
- Lopes, Jorge M. Grandão (1998). *Revestimentos de impermeabilização de coberturas em terraço*. ITE 34. LNEC. Lisboa.
- Lounis, Z. ; Vanier, D.; Lacasse, M.; Kyle, B. (1998). *Effective decision-making tools for roofing maintenance management*. Originally published in the proceedings of the First International Conference on New Information Technologies for Decision Making in Construction. 425 - 436. Edmont T. Miresco, ed. Montreal. Disponível em <http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/31131/http:zSzzSzirc.nrc-cnrc.gc.ca/zSzfulttextzSznrc42831.pdf/lounis98effective.pdf>, data de acesso [06/05/30].
- Lucas, J. A. Carvalho (1990). *Exigências funcionais para revestimentos de paredes*. ITE 25. 2.ª Edição. LNEC. Lisboa.
- Lucas, J. A. Carvalho; Abreu, M. M. Miguel (2005). *Revestimentos Cerâmicos Colados - Descolamento*. LNEC. Lisboa.
- MAEC (2006). *Método de avaliação do estado de conservação de edifícios. Instruções de aplicação e ficha de avaliação*. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Outubro de 2006. LNEC. Lisboa.
- Malpass, P. (2000). *Rethinking Social Rented Housing*. ENHR 2000 Conference: Housing in the 21<sup>st</sup> Century, Fragmentation and Reorientation. Gavle.
- MARC (2003). *Manual de aplicação de revestimentos cerâmicos*. Associação Portuguesa da Indústria Cerâmica. Coimbra.
- Maroco, João (2003). *Análise estatística com utilização do SPSS*. Edições Sílabo. Lisboa.
- Marteinsson, B.; Jónsson, B. (1999). *Overall Survey of Buildings - performance and maintenance*. 8<sup>th</sup> International Conference on Durability of Building Material and Components. 1634 - 1654. May 30 - June 3. Vancouver. Canada.
- MATC (1998). *Manual de aplicação de telhas cerâmicas*. Associação Portuguesa da Indústria Cerâmica. Coimbra.



- MCDM-23. *Multi-Criteria Decision-Making. A Method for specifying and prioritising criteria and goals in design*. International Energy Agency - Solar Heating and Cooling Programme. Task 23. Optimization of solar energy use in large buildings. Subtask C. Fevereiro 2002. Disponível em: [www.iea-shcp.org/task23/download/MCDM\\_booklet.pdf](http://www.iea-shcp.org/task23/download/MCDM_booklet.pdf), data de acesso [06/01/11].
- Miranda Dias, J.L. (2002). *Patologia e Reparação de Paredes de Alvenaria e Respectivos Revestimentos*. Curso sobre conservação e reabilitação de edifícios recentes. 12-14 Novembro. LNEC. Lisboa.
- Molnárka, Gergely (2001). *The Methodology In Visual Examinations In Building Pathology*. Faculty of Architecture and Building Construction. Department of Building Construction. SZIF, University of Applied Science. Gyor. Budapest. Disponível em: <http://heja.szif.hu/ARC/>, data de acesso [06/01/12].
- NAHB (2002). *Durability by Design. A Guide for Residential Builders and Designers*. U.S. Department of Housing and Urban Development Office of Policy Development and Research. NAHB Researcher Centre. Disponível em, [http://www.huduser.org/Publications/PDF/durability\\_by\\_design\\_part1.pdf](http://www.huduser.org/Publications/PDF/durability_by_design_part1.pdf) , data de acesso [05/11/11].
- Nascimento, José Martins (2002). *Descrição das técnicas e soluções de conservação e reabilitação de edifícios*. Curso sobre conservação e reabilitação de edifícios recentes. 12 - 14 de Novembro. LNEC. Lisboa.
- Nascimento, José Martins do (1985). *Exigências funcionais para revestimentos de piso*. DIT 15. LNEC. Lisboa.
- Nireki,T; Inukai, T; Motohashi, K. (2002). *Toward Practical Application of Factor Method for Estimating Service Life of Building*. 9<sup>th</sup> International Conference on Durability of Building Material and Components. Paper 218. 17-21 March. Brisbane Convention & Exhibition Centre. Australia.
- NRAU. *Novo Regime do Arrendamento Urbano*. Lei n.º 6/2006. Diário da República. I Série - A. 41 (06/02/27).1558-1587.
- Nunes, A. (1995). *Reabilitação excepcional de edifícios - caracterização e estimação técnico-económica*. Dissertação de Mestrado. FEUP. Porto.

- Oxley, M; Smith, J. (1996). *Housing Policy and Rented Housing in Europe*. E & FN Spon. London.
- Paiva et al. (2007). *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*. Volume I. INH. LNEC. Lisboa.
- Paiva, José A. Vasconcelos de (2000). *Medidas de reabilitação energética em edifícios*. Comunicação apresentada ao Workshop “Reabilitação energética de edifícios em zonas urbanas: O caso da habitação social”. LNEC. Lisboa.
- Paulo, Pedro Vaz; Branco, F. A.; Brito, Jorge de Brito (2006). *A inspecção de edifícios no sistema de gestão do património edificado*. *Buildingslife.com*. PATORREB 2006. 657-666. FEUP. Porto.
- Pedro, João Branco (2003). *Definição e Avaliação da Qualidade Arquitectónica Habitacional*. Dissertação elaborada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil com o apoio do Programa PRAXIS XXI, para a obtenção do grau de Doutor em Arquitectura pela Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto. LNEC. Lisboa.
- Pereira, Sandra (2004). *Levantamento dos Principais Aspectos que Influenciam a qualidade dos Edifícios de Habitação em TMAD*. Dissertação apresentada à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologias das Engenharias. Vila Real.
- Pestana, Maria H.; Gageiro, João N. (1998). *Análise de dados para Ciências Sociais - A complementaridade do SPSS*. Edições Sílabo. Lisboa.
- Pontes, J. (1990). *Economia da reabilitação de edifícios de habitação*. Dissertação de Mestrado. IST. Lisboa.
- Portaria n.º 1192 - B/2006. Diário da República. I Série - B. 212 (06-11-03). 7708 - 7715.
- Priemus, H. (1997). *Growth and Stagnation in Social Housing: What is Social in the Social Rented Sector*. *Housing Studies*, 12. 549-560.
- Ravemark, Dag (2003). *State of the art study of LCA and LCC tools*. ABB. Disponível em <http://www.dantes.info/Publications/Publication-doc/State%20of%20the%20art%20study%20of%20LCA%20and%20LCC%20tools.pdf>, data de acesso [05/11/11].

Recommendations (2000). *Recommendations For The 2000 Censuses of Population And Housing In The EEC Region*. United Nations Statistical Commission and Economic Commission for Europe Conference of European Statisticians. Economic Commission for Europe Committee on Human Settlements. Statistical Standards and Studies - Nº. 49. Prepared by the United Nations Economic Commission for Europe and the Statistical Office of the European Communities. United Nations. 1998. New York and Geneva. Disponível em:  
[http://europa.eu.int/estatref/info/sdds/en/hrst/hrst\\_cs\\_recommendations.pdf](http://europa.eu.int/estatref/info/sdds/en/hrst/hrst_cs_recommendations.pdf), data de acesso [06/04/24].

Relatório /0806 - DED. *Proposta de um método de avaliação do estado de conservação de edifícios*. Versão de trabalho 3. Estudo realizado para o Gabinete do Secretário de Estado Adjunto e da Administração Local. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Março de 2006. LNEC. Departamento de Edifícios. Lisboa.

Richardson, Barry A. (2001). *Defects and Deterioration in Buildings*. 2.<sup>a</sup> Edition. Spon Press. London.

Rodrigues M. Fernanda S.; Teixeira, José M. Cardoso (2007-b). *Social Housing: The Absence of LCC*. LCM2007 From Analysis to implementation. 27 - 29 Agosto. Zurique. Suíça.

Rodrigues, Fernanda; Teixeira, José M. Cardoso (2006). *BUILDING PATHOLOGIES IN SOCIAL HOUSING The Portuguese state of art*. CONSTRUCTION IN THE XXI CENTURY: LOCAL AND GLOBAL CHALLENGES. W86 Symposium - Pathology prevention in the design process. 18 - 20 October. Rome. Italy.

Rodrigues, M. Fernanda; Teixeira, J. C. (2007-a). *Social Housing Building Stock Renewal Needs: A Case Study*. CIB World Building Congress 2007. Construction for Development. 1299-1309. 14-18 May. Cape Town. South Africa.

Rodrigues, R. Calejo; Westcot, P. (2003). *Sistema pericial de apoio ao diagnóstico de patologias em edifícios*. 1º Encontro Nacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios. 425-436. FEUP. Porto.

RTHS (1985). *Recomendações Técnicas para Habitação Social*. Despacho do Ministro do Equipamento Social. Diário da República. II Série. 3º Suplemento. 38 (1985-02-14).

Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill. New York.

- Sarja, Asko (2005-b). *Lifetime Engineering of Buildings and Civil Infrastructures Deliverable 3.1: Generic description of lifetime engineering of buildings, civil and industrial infrastructures*. Second draft 26.08.2005. Technical Research Centre of Finland, VTT. VTT Building and Transport, disponível em [http://lifetime.vtt.fi/lifetime\\_deliverable\\_3\\_1.pdf](http://lifetime.vtt.fi/lifetime_deliverable_3_1.pdf), data de acesso [06/01/10].
- Sarja, Asko *et al.* (2005-a). *Lifetime Engineering of Buildings and Civil Infrastructures*. European guide for life time design and management of civil infrastructures and buildings. Project Cluster Lifetime. Technical Research Centre of Finland, VTT. VTT Building and Transport disponível em [http://lifetime.vtt.fi/delivrables\\_of\\_project\\_cluster/european\\_guide.pdf](http://lifetime.vtt.fi/delivrables_of_project_cluster/european_guide.pdf), data de acesso [06/01/10].
- SEH (2004). *O Sector da Habitação no Ano 2003*. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Habitação. Secretaria de Estado da Habitação. Janeiro 2004. Lisboa.
- Shohet, Igal M.; Paciuk, Monica (2006). *Service life prediction of exterior cladding components under failure conditions*. Construction Management and Economics, 24. 131-148. Ed. Routledge. Taylors and Francis Group. Disponível na b-on - biblioteca do conhecimento online, data de acesso [06/03/01].
- Silva, António P.; Alisa, Muthena; Kirkman, Richard J.; Grindley, Tim; Fernandes, António Augusto (2004-a). *Avaliação dos Custos do Ciclo de Vida de Edifícios Adoptando uma Abordagem Probabilística*. Construção2004 - 2º Congresso Nacional da Construção. Volume I. 265-270. 13-15 Dezembro. Porto.
- Silva, António P.; Grindley, Tim; Fernandes, António Augusto (2004-b). *Modelo de Deterioração para a Avaliação dos Custos do Ciclo de Vida de Edifícios*. Construção2004 - 2º Congresso Nacional da Construção. Volume I. 277-282. 13-15 Dezembro. Porto.
- Silva, J. Mendes da (2002). *Alvenarias não estruturais patologias e estratégias de reabilitação*. Seminário sobre paredes de alvenaria - Livro de actas. Porto. Disponível em: [http://www.civil.uminho.pt/masonry/Publications/Paredes\\_de\\_Alvenaria/Artigo%20Pag%2017-40.pdf](http://www.civil.uminho.pt/masonry/Publications/Paredes_de_Alvenaria/Artigo%20Pag%2017-40.pdf), data de acesso [06/01/11].
- Socotec (2002). *Guide Socotec de la Maintenance et de la Réhabilitation*. Fiche 5.04. Groupe Moniteur.

- Sousa, Hipólito (2002). *Paredes de alvenaria em Portugal. Situação actual e perspectivas futuras*. Seminário sobre paredes de alvenaria - Livro de actas. Porto. Disponível em:  
[http://www.civil.uminho.pt/masonry/Publications/Paredes\\_de\\_Alvenaria/Artigo%20Pag%2017-40.pdf](http://www.civil.uminho.pt/masonry/Publications/Paredes_de_Alvenaria/Artigo%20Pag%2017-40.pdf), data de acesso [06/01/11].
- Talon, Aurélie; Boissier, D.; Chevalier, J. L.; Hans, J. (2005). *Temporal quantification method of degradation scenarios based on FMEA*. 10<sup>th</sup> International Conference on Durability of Building Material and Components. Paper TT4 -139. 17-20 April. Lyon. France.
- Teo, Evelyn Ai Lin (2005). *An assessment of factors affecting the service life of external paint finish on plastered façades*. 10<sup>th</sup> International Conference on Durability of Building Material and Components. Paper TT4 - 152. 17-20 April. Lyon. France.
- Teo, Evelyn Ai Lin; Harikrishna, N. (2006). *A quantitative model for efficient maintenance of plastered and painted façades*. Construction Management and Economics, 24. 1283-1293. Ed. Routledge. Taylors and Francis Group. Disponível na b-on - biblioteca do conhecimento online. Data de acesso [06/12/12].
- Trotman, P. (1994). *An examination of the BRE Advisory Service database compiled from property inspections*. Paper presented of the Dealing with Defects in Building Symposium, CIB/ICITE-CNR/DISET. 27-30 September. Varena. Italy.
- Veiga, Maria do Rosário (2002). *Patologia e reparação de revestimentos de paredes de edifícios recentes*. Curso sobre conservação e reabilitação de edifícios recentes. 12-14 Novembro. LNEC. Lisboa.
- Veiga, Maria do Rosário (2004). *Acção de formação sobre revestimentos exteriores de paredes*. Sessão de Actualização Técnica “A Envolvente dos Edifícios”. CONSTRUÇÃO 2004. Dezembro 2004. Porto. FEUP. Disponível em:  
<http://paginas.fe.up.pt/construcao2004/c2004/>, data de acesso [06/02/09].
- Viegas, João Carlos (2002). *Patologia e reparação de caixilharia em edifícios*. Curso sobre conservação e reabilitação de edifícios recentes. 12-14 Novembro. LNEC. Lisboa.
- Viegas, João Carlos (2004). *Dimensionamento da caixilharia exterior às solicitações do*

vento. *Sessão de Atualização Técnica A Envolvente dos Edifícios*. CONSTRUÇÃO 2004. Dezembro 2004. FEUP. Porto. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/construcao2004/c2004/>, data de acesso [06/02/09].

Watt, David S. (1999). *Building Pathology - Principles & Practice*. Blackwell Science. London.

*Whole Life Costing* (2004). Constructing Excellence. Disponível em [http://www.constructingexcellence.org.uk/pdf/fact\\_sheet/wholelife.pdf](http://www.constructingexcellence.org.uk/pdf/fact_sheet/wholelife.pdf), data de acesso [05/11/11].

Wyatt, Dave (2005). *The contribution of FMEA and FTA to the performance review and auditing of service life design of constructed assets*. 10<sup>th</sup> International Conference on Durability of Building Material and Components. Paper TT4 - 206. 637-644. 17-20 April. Lyon. França.

Yannou, Bernard; Limayem, Frej (2002). *Méthodes de comparaisons par paires pour la pondération en groupe*. Disponível em: [www.mktools.com/bibliographie.html](http://www.mktools.com/bibliographie.html), data de acesso [06/11/12].

# ***ANEXO A***

Conceitos





## ANEXO A. CONCEITOS

Segundo o Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação<sup>1</sup> entende-se por:

- edificação: a actividade ou o resultado da construção, reconstrução, ampliação, alteração ou conservação de um imóvel destinado a utilização humana, bem como de qualquer outra construção que se incorpore no solo com carácter de permanência;
- obras de construção: as obras de criação de novas edificações;
- obras de reconstrução sem preservação das fachadas: as obras de construção subsequentes à demolição total ou parcial de uma edificação existente, das quais resulte a reconstituição da estrutura das fachadas, da cércea e do número de pisos;
- obras de reconstrução com preservação das fachadas - obras de construção subsequentes à demolição de parte de uma edificação existente, preservando as fachadas principais com todos os seus elementos não dissonantes e das quais não resulte edificação com cércea superior à das edificações confinantes mais elevadas;
- obras de ampliação: as obras de que resulte o aumento da área de pavimento ou de implantação, da cércea ou do volume de uma edificação existente;
- obras de alteração: as obras de que resulte a modificação das características físicas de uma edificação existente ou sua fracção, designadamente a respectiva estrutura resistente, o número de fogos ou divisões interiores, ou a natureza e cor dos materiais de revestimento exterior, sem aumento da área de pavimento ou de implantação ou da cércea;
- obras de conservação: as obras destinadas a manter uma edificação nas condições existentes à data da sua construção, reconstrução, ampliação ou alteração, designadamente as obras de restauro, reparação ou limpeza;
- obras de demolição: as obras que se destinam à destruição, total ou parcial, de uma edificação existente.

Aguiar *et al.* (1998) no Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais define como:

---

<sup>1</sup> Decreto-Lei n.º 555/95, de 16 de Dezembro, com as alterações introduzidas pela Lei n.º 60/2007, de 4 de Setembro, que procede à sexta alteração ao Decreto - Lei n.º 555/99, de 16 de Dezembro, que estabelece o regime jurídico da urbanização e edificação. Estas alterações entraram em vigor no dia 3 de Março de 2008.

- conservação - conjunto de actividades que têm por objectivo a manutenção do nível de qualidade ou das características iniciais do edifício;
- manutenção - série de operações empreendidas visando minimizar os ritmos de deterioração na vida de um edifício (ou de um determinado parque edificado) e desenvolvidas sobre as diversas partes e elementos da sua construção, assim como sobre as suas instalações e equipamentos. São operações programadas e geralmente efectuadas em ciclos regulares;
- reabilitação - designa toda a série de acções empreendidas tendo em vista a recuperação e beneficiação de um edifício, tornando-o apto para o seu uso actual. O seu objectivo fundamental consiste em resolver as deficiências físicas e as anomalias construtivas, ambientais e funcionais, acumuladas ao longo dos anos, procurando ao mesmo tempo uma modernização e uma beneficiação geral do imóvel sobre o qual incide - actualizando as suas instalações, equipamentos e a organização dos espaços existentes - melhorando o seu desempenho funcional e tornando esses edifícios aptos para o seu completo e actualizado re-uso.

Dentro deste conceito Paiva (2000) refere que:

- beneficiação - compreende as operações que conferem a edifícios não degradados uma qualidade superior à que possuíam aquando da sua construção;
- recuperação - engloba as operações que, no âmbito de intervenções de renovação ou integração urbana, incidem sobre edifícios degradados devido à não realização de obras de conservação com a devida periodicidade, ou sobre edifícios clandestinos, construídos segundo padrões sub-regulamentares sem o correspondente licenciamento municipal.

A reabilitação pode-se considerar em sentido lato, aplicada a todo o edifício, ou em sentido estrito, aplicada a certos elementos de construção: estrutura resistente, envolvente exterior, acessos e circulações comuns, equipamentos comuns, interior dos fogos, equipamentos suplementares e outros (Bezelga e Neto, 1985).

## ***ANEXO B***

### Conceitos de Habitação Social



## ANEXO B. CONCEITOS DE HABITAÇÃO SOCIAL

Quadro B.1 - Conceitos de habitação Social (Adaptado de Conceição, 2002)

Portaria n.º 580/83, de 17 de Maio	Portaria n.º 828/88, de 29 de Dezembro	Portaria n.º 500/97, de 21 de Julho
Art.º 1º - São consideradas habitações sociais as habitações de custos controlados promovidas pelas câmaras municipais, cooperativas de habitação económica, pelas instituições particulares de solidariedade social e pela iniciativa privada com o apoio financeiro do Estado e destinadas à venda ou ao arrendamento nas condições de acesso estabelecidas no presente diploma.	Art.º 1º - São consideradas habitações de custos controlados (habitações sociais): as promovidas com o apoio financeiro do Estado, nomeadamente pelas câmaras municipais, cooperativas de habitação, empresas privadas e instituições particulares de solidariedade social, destinadas à venda ou ao arrendamento;	Art.º 1º - São consideradas habitações de custos controlados: a) as promovidas com o apoio do Estado que obedçam aos parâmetros, limites e valores estabelecidos na presente portaria; b) as unidades residenciais para realojamento de populações, desde que justificados pelo promotor o seu dimensionamento e necessidade.
Art.º 2º - Nos termos do número anterior, são consideradas habitações de custos controlados as que obedçam aos limites de área bruta fixados para cada tipologia no n.º 3 e aos limites de custos de construção previstos no n.º 8	As que obedçam aos limites de área bruta, custo de construção e preço de venda fixados na presente portaria.	Art.º 2º - As habitações a custos controlados devem ter como referência, de acordo com a respectiva tipologia, as seguintes áreas brutas: (...)
		Art.º 7º - Os limites máximos do custo de construção e do preço de venda por metro quadrado de área bruta são definidos com base e em relação ao custo directo de construção por metro quadrado de área bruta.



## ***ANEXO C***

### **Atribuições dos Organismos Estatais da Administração Habitacional**





## ANEXO C. ATRIBUIÇÕES DOS ORGANISMOS ESTATAIS DA ADMINISTRAÇÃO HABITACIONAL

Quadro C.1 - Organismos Estatais de Administração Habitacional - Principais Atribuições  
(D.L. n.º 49033, de 28 de Maio de 1969 e D.L. n.º 214/82, de 29 de Maio (FFH); D.L. n.º 217/82, de 31 de Maio (FAIH), D.L. n.º 177/84, de 25 de Maio (INH) e D.L. n.º 88/87 (IGAPHE).  
Adaptado de Conceição, 2002)

Organismo	Principais atribuições legais	Data	
		Início	Fim
Fundo de Fomento da Habitação - FFH	a) Estudar sistematicamente a problemática da habitação. b) Coordenar as iniciativas respeitantes ao sector. c) Executar as medidas de política habitacional da responsabilidade do Estado.	1969	1982
Fundo de Apoio ao Investimento para a Habitação - FAIH	Contribuir para o financiamento de programas habitacionais de interesse social, promovidos pelos sectores público, cooperativo e privado.	1982	1984
Instituto Nacional de Habitação - INH	Assegurar a administração habitacional e as intervenções de natureza financeira no sector de habitação da competência do Estado, cabendo-lhe em especial: a) Estudar a situação habitacional com vista à formulação de propostas de medidas de política, legislativas e regulamentares. b) Preparar o Plano Nacional de Habitação e os planos anuais e plurianuais de investimento no sector. c) Coordenar e preparar as medidas de política financeira do sector e contribuir para o financiamento de programas habitacionais de interesse social, promovidos pelos sectores público, cooperativo e privado. d) Acompanhar a execução das medidas de política e os programas de promoção habitacional, de acordo com os planos e normativos aprovados, e prestar apoio técnico aos promotores antes referidos.	1984	2007
Instituto de Gestão e Alienação do Património Habitacional do Estado - IGAPHE	a) Gerir, conservar e alienar o parque habitacional, equipamentos e solos, que constituem o seu património, no cumprimento da política definida para a habitação social. b) Conceder apoio técnico a autarquias locais e outras instituições promotoras de habitação social, no domínio da gestão e conservação do parque habitacional. c) Apoiar o governo na definição das políticas de arrendamento social e alienação do parque habitacional público.	1987	2002
Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana - IHRU <sup>1</sup>	Intervir na área da Habitação e da Reabilitação Urbana. Apoiar a política de reabilitação urbana e a Reabilitação e Gestão do Parque Habitacional de Arrendamento Público pertença da administração central e que transitou do IGAPHE.	2007	

<sup>1</sup> Decreto-Lei n.º 223/2007, de 30 de Maio. Aprova a lei orgânica do Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana, I. P. (IHRU).

Identificam-se três datas importantes na promoção de habitação social em Portugal: 1969 em que é fundado o Fundo de Fomento Nacional, o pós 25 de Abril de 1974 e a década de 80 com a criação do Instituto Nacional de Habitação - INH<sup>2</sup>, com competências para a administração e financiamento de programas de habitação social. Em 1987 foi criado o Instituto de Gestão e Alienação do Património Habitacional do Estado - IGAPHE, com competência para a gestão do património habitacional do Estado. Em 5 de Novembro de 2002 é publicado o Decreto-Lei n.º 243/2002 que define e regula a fusão e consequente extinção do IGAPHE com o INH, com o objectivo de se obter uma maior racionalização de actividades e meios e uma maior eficiência de actuação na política de habitação. Procedeu-se assim à transferência para o INH da quase totalidade das atribuições, competências e património do IGAPHE, salvaguardando-se no entanto, a continuidade deste, embora com atribuições reduzidas e serviços extintos, de modo a poder proceder, entre outras actividades, à transmissão do seu parque habitacional edificado e equipamentos que o integram. Atribuiu-se assim ao INH competências acrescidas nomeadamente nos domínios da reconstrução e reabilitação do parque habitacional de interesse social, do desenvolvimento do mercado de arrendamento, em especial do relativo a habitações destinadas aos jovens e à população mais carenciada e da intervenção no mercado de solos.

Em 30 de Maio de 2007 é publicado o Decreto-Lei n.º 223, que reestrutura o INH passando a denominar-se Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana (IHRU, I.P.), cujas atribuições são ampliadas no quadro da política da habitação e das cidades, nele se integrando as atribuições dos dois outros organismos extintos, INH e IGAPHE.

---

<sup>2</sup> Instituído através do Decreto-Lei n.º 177/84, de 25 de Maio, que em simultâneo extingue o FAIH, passando as suas competências de financiamento do investimento em habitação para o INH. Reestruturado posteriormente pelo Decreto-Lei n.º 202-B/86, de 22 de Julho.

## ***ANEXO D***

Apoios do Estado  
à Habitação



## ANEXO D. APOIOS DO ESTADO À HABITAÇÃO

Um instrumento de apoio da política habitacional do Estado ao nível do arrendamento do parque privado, tem sido o Incentivo ao Arrendamento Jovem (IAJ), que em 2002 atingia os 24 mil beneficiários. Outro sistema de apoio do Estado a este sector de arrendamento, é o Subsídio de Renda destinada a apoiar os agregados sem capacidade para suportar a correcção extraordinária de rendas, tendo abrangido 12 mil famílias em 1988, data a partir da qual se tem verificado um decréscimo significativo deste número. Quanto ao apoio à recuperação urbana do parque habitacional, o Estado criou um conjunto de incentivos e apoios:

- o RECRIA - Regime Especial de Comparticipação na Recuperação de Imóveis Arrendados (Decreto-Lei n.º 329-C/2000, de 22 de Setembro que altera o regime e revoga o Decreto-Lei n.º 197/92, de 22 de Setembro e a Portaria n.º 56-A-/2001, de 29 de Janeiro que fixa o regime de cálculo de comparticipação a fundo perdido a atribuir no âmbito do regime Recria);
- o REHABITA - Regime de Apoio à Recuperação Habitacional de Áreas Urbanas Antigas, instituído pelo Decreto-Lei n.º 105/96, de 31 de Julho, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 329-B/2000, de 22 de Setembro, consiste numa extensão do programa Recria e visa apoiar financeiramente as câmaras municipais na recuperação de zonas urbanas antigas, dos seus centros históricos, ou áreas de recuperação e reconversão urbanística;
- o RECRIPH - Regime Especial de Comparticipação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal, instituído pelo Decreto-Lei n.º 106/96, de 31 de Julho, visa apoiar financeiramente a execução de obras de conservação e beneficiação que permitam a recuperação de prédios habitacionais antigos, em regime de propriedade horizontal;
- o SOLARH - concede apoio financeiro especial, sob a forma de empréstimo sem juros, a agregados familiares de fracos recursos económicos, de modo a permitir-lhes a realização de obras nas habitações de que são proprietários e que constituem a sua residência permanente, bem como a proprietários de fogos devolutos, de modo a terem condições para serem colocados no mercado. O Decreto-Lei n.º 7/99, de 8 de Janeiro, criou o programa designado por SOLARH, tendo sido regulamentado pelo Decreto-Lei n.º 39/2001, de 9 de Fevereiro, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 25/2002, de 11 de Fevereiro.

Com a alteração da regulamentação do programa RECRIA, pode-se referir que estes programas surgiram em 1992, sendo o SOLARH o mais recente. Desde 1992 a 2002, recuperaram-se 23 710 fogos, ao abrigo destes programas, número muito baixo face às necessidades do parque habitacional, o que demonstra a ineficácia destes programas. No que respeita ao programa SOLARH, dado que é relativamente recente, entre 1999-2002 apenas beneficiaram deste programa 700 habitações, envolvendo um montante de 5 milhões de Euros de empréstimos (SEH, 2004).

O apoio à aquisição de casa própria, fortemente incentivada pelo Estado, utilizou a bonificação das taxas de juros dos empréstimos e a concessão de benefícios e deduções fiscais na aquisição de habitação. O primeiro destes apoios, crédito bonificado terminou no terceiro trimestre de 2002. O Quadro D.1 apresenta uma síntese da evolução dos apoios do Estado à habitação.

Quadro D.1 - Apoios do Estado à habitação (valores em milhões €)  
(INH, IGAPHE, DGT, INE e DGCI, cit. por SEH, 2004)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>Apoio ao Arrendamento</b>											
<b>Parque de arrendamento público (INH)</b>											
N.º de fogos concluídos	1283	605	776	1272	2128	2200	4965	7107	5835	7590	6343
Comparticipação ao investimento	26521	20794	25817	28271	48687	97046	111206	110119	130812	124533	87830
<b>Total do parque de arrendamento público</b>	26521	20794	25817	28271	48687	97046	111206	110119	130812	124533	87830
<b>Parque de arrendamento privado</b>											
<b>Incentivo ao Arrendamento Jovem</b>											
N.º de beneficiários	1727	5253	9097	12059	16649	19519	22740	23491	24610	24681	23862
Comparticipação	754	9758	18172	25436	36311	43561	51687	53875	57378	58390	57423
<b>Apoio à recuperação</b>											
<b>RECRIA+RECRIPH +REHABITA</b>											
N.º de fogos concluídos	1558	1397	1822	2205	1915	2183	3637	2527	1956	1965	1885
N.º de fogos em curso	1600	2866	2861	3378	5049	7248	5858	6056	5361	5353	5497
Comparticipação IGAPHE	5915	10240	12185	15258	20640	27563	29688	28032	16944	17013	18224

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Comparticipação Municípios	3890	8035	8035	10055	13597	18191	19582	18535	11219	11247	12006
Total parque de arrendamento privado	10560	28033	38392	50749	70548	89315	100957	100442	85541	86650	87653
Total apoios ao parque de arrendamento	37081	48827	64209	79020	119235	186361	212163	210561	216353	211183	175283
Apoios a compra de casa própria											
N.º de empréstimos	51376	62227	84445	95009	118211	154215	216631	226593	175113	153134	167835
Montante	1406610	1945311	3014887	3694831	4922688	6945166	10474401	11988269	10456459	9865743	11723930
Valor da bonificação	162802	162293	194241	226992	229132	244331	346854	408116	365976	345301	410338
Valor das deduções fiscais	95469	114424	143254	199718	250645	295787	340878	348719	349953	355552	356974
Total de Apoios a compra de casa própria	258272	276717	337495	426710	479777	540118	687732	756835	715929	700853	767312
Total de Apoios do Estado	295354	325544	401704	505730	599012	726479	899895	967396	932282	912036	942595

Em 2003 através da Lei n.º 106/03, de 10 de Dezembro, o Governo é autorizado a aprovar um regime excepcional de reabilitação urbana para as zonas históricas e áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística. O regime jurídico das Sociedades de Reabilitação Urbana, previstas naquela lei, foi instituído pelo Decreto-Lei n.º 104/2004, de 7 de Maio, com o objectivo de incentivar a reabilitação em detrimento da construção nova.

As sociedades de reabilitação urbana (SRU), têm por objectivo promover a reabilitação urbana de zonas históricas e de áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística, podendo ser criadas pelos municípios (empresas municipais de reabilitação urbana), de cujo objecto social deve constar a identificação da respectiva zona de intervenção.

No âmbito deste diploma entende-se por reabilitação urbana o processo de transformação do solo urbanizado, compreendendo a execução de obras de construção, reconstrução, alteração, ampliação, demolição e conservação de edifícios, tal como estão definidos no regime jurídico da urbanização e da edificação, com o objectivo de melhorar as suas condições de uso, conservando o seu carácter fundamental, bem como o conjunto de operações urbanísticas e de loteamento e obras de urbanização que visem a recuperação de zonas históricas e de áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística.

Consideram-se zonas históricas as como tal classificadas em plano municipal de

ordenamento do território ou na sua falta aquelas que foram delimitadas por deliberação da assembleia municipal e mediante aprovação de plano de pormenor.

No âmbito dos programas de realojamento para as famílias mais carenciadas é política do governo, através do INH (agora IHRU), o incentivo à reabilitação de fogos devolutos, para alojamento posterior dessas famílias. Com este objectivo surgiu o programa PROHABITA - Programa de Financiamento para Acesso à Habitação, instituído através do Decreto-Lei n.º 135/04, de 3 de Junho, que permite dar um maior apoio a fundo perdido e através de empréstimo bonificado nos casos em que as câmaras municipais adquiram fogos devolutos degradados, os reabilitem e coloquem no mercado de arrendamento público através de rendas apoiadas, para satisfazer as necessidades de alojamento das famílias carenciadas. Nestas situações o INH (IHRU) comparticipa até 50 por cento a fundo perdido, quer do valor da aquisição, quer do valor das obras de recuperação, sendo os restantes 50 por cento concedidos sob a forma de empréstimo bonificado. Este programa tem por objectivo privilegiar as situações de realojamento através da reabilitação do património edificado em detrimento da construção nova. Pretende assim resolver o problema não só de pessoas residentes em barracas ou casas abarracadas (como acontecia anteriormente), mas também quaisquer situações de grave carência habitacional das famílias residentes no território nacional, tais como:

- população residente em barracas;
- população residente em edificações sem condições de habitabilidade;
- população residente em edifícios degradados e cuja reabilitação seja inviável;
- situação de sobre-ocupação dos alojamentos;
- realojamentos provisórios ou definitivos no âmbito de operações municipais de reabilitação urbana;
- realojamentos decorrentes de situações de calamidade pública, intempéries ou outros desastres naturais.

O PROHABITA é concretizado através da celebração de Acordos de Colaboração entre:

- o INH (IHRU) e os Municípios;
- o INH (IHRU) e as Regiões Autónomas.

Podem beneficiar dos apoios previstos no PROHABITA, as seguintes entidades:

- regiões autónomas;
- municípios;
- institutos públicos e as entidades públicas empresariais de capitais exclusivamente públicos, com atribuições no âmbito territorial das Regiões Autónomas e competências para a promoção e gestão de habitação social;



- empresas públicas municipais;
- instituições particulares de solidariedade social;
- pessoas colectivas de utilidade pública administrativa que prossigam fins assistenciais;
- As instituições privadas sem fins lucrativos;
- As cooperativas de habitação e construção com experiência e capacidade na promoção de habitação de custos controlados.



## ***ANEXO E***

Critérios de Valoração  
das Necessidades  
de Reparação - Censos 2001



## ANEXO E. CRITÉRIOS DE VALORAÇÃO DAS NECESSIDADES DE REPARAÇÃO - CENSOS 2001

Quadro E.1 - Necessidades de reparações (INE, 2001 - c)

	Necessidade de reparações			
	Pequenas	Médias	Grandes	Muito grandes
<b>Na estrutura</b>	<p>Pequenas fissuras ocorrendo apenas em poucos locais;</p> <p>Estruturas de madeira com alguma deterioração em poucos locais.</p>	<p>Pequenas fissuras frequentes;</p> <p>Elementos de betão armado com destaque no recobrimento de armaduras;</p> <p>Ocorrência pontual de sinais de corrosão em elementos de betão armado ou de estrutura metálica;</p> <p>Pavimentos com deformações notórias;</p> <p>Estruturas de madeira apodrecidas e/ou com ataque biológico (térmitas ou caruncho).</p>	<p>Fendilhação de média espessura em alguns pontos do edifício;</p> <p>Parede deformada ou desaprumada no interior do edifício;</p> <p>Áreas com armaduras à vista e com corrosão;</p> <p>Elementos de estrutura metálica muito corroídos ou em perigo de rotura (escadas de acesso ou marquises de acesso vedado).</p>	<p>Ocorrência de assentamentos diferenciais das fundações (aberturas de portas e janelas distorcidas);</p> <p>Estrutura da fachada desaprumada ou fissuras &gt; 5 mm em mais de um local;</p> <p>Pilares desaprumados ou vigas ou lajes com deformação elevada;</p> <p>Fendilhação grande em elementos de betão armado e em mais de um local.</p>
<b>Na cobertura</b>	<p>Telhado sujo ou com algumas telhas danificadas;</p> <p>Sistema de drenagem de águas pluviais com funcionamento deficiente (entupimentos);</p>	<p>Telhado com as águas deformadas;</p> <p>Telhado com telhas partidas ou porosas havendo infiltrações;</p> <p>Fissuras em pavimentos de cobertura em terraço;</p> <p>Ocorrência de infiltrações generalizadas em caleiras e algerozes.</p>	<p>Grandes áreas do telhado deformado e sujo;</p> <p>Estrutura do telhado apodrecida de forma generalizada;</p> <p>Necessidade de substituição integral das telhas ou outros elementos de revestimento do telhado ou do dispositivo de impermeabilização do terraço;</p> <p>Sistema de drenagem inexistente ou totalmente inoperacional (irrecuperável).</p>	<p>Grande área do telhado sem cobertura;</p> <p>Material de revestimento levantado com grandes infiltrações.</p>

	Necessidade de reparações			
	Pequenas	Médias	Grandes	Muito grandes
<b>Nas paredes e caixilharia exterior</b>	<p>Revestimentos empolados/sujidade;</p> <p>Ocorrência pontual de deficiências em caixilharias ou alguns vidros partidos.</p>	<p>Ausência de pintura em grandes áreas;</p> <p>Existência de grande diversidade de revestimentos denotando reparações defeituosas anteriores;</p> <p>Apodrecimento localizado dos revestimentos (normalmente junto às coberturas);</p> <p>Caixilharia com deficiências notórias.</p>	<p>Revestimentos degradados ou empolados em alguns locais;</p> <p>Fissuras e ausência de rebocos em algumas áreas;</p> <p>Revestimentos apodrecidos e em degradação;</p> <p>Elementos decorativos partidos e/ou deslocados em risco de queda;</p> <p>Caixilharia quase totalmente inoperacional;</p> <p>Caixilharia de marquises enfolada ou com muitos vidros partidos.</p>	<p>Reboco inexistente, empolado ou fissurado em grandes áreas;</p> <p>Cantaria de ornamentação de vãos fissurada e caixilharia a substituir totalmente.</p>

## ***ANEXO F***

Manual de Avaliação  
do Estado de Conservação - MAEC





## ANEXO F. MANUAL DE AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO - MAEC

A ficha de avaliação destinada a avaliar o estado de conservação de uma unidade funcionalmente distinta<sup>1</sup> está organizada da seguinte forma:

*“Cabeçalho - campos que permitem a identificação da ficha de avaliação.*

*A. Identificação - dados relativos à identificação da fracção.*

*B. Caracterização - dados relativos à caracterização da fracção e do edifício.*

*C. Anomalias de elementos funcionais - escala que permite caracterizar as anomalias de cada elemento funcional.*

*D. Determinação do índice de anomalias - cálculo do cociente entre o total de pontuações obtidas e o total de ponderações atribuídas a elementos funcionais aplicáveis.*

*E. Descrição dos sintomas que motivam a atribuição de anomalias "graves""e/ou "muito graves" - relação das razões que motivam as anomalias "graves""ou "muito graves" ilustrado com fotografias esclarecedoras.*

*F. Avaliação - classificação do estado de conservação do edifício e indicação sobre a existência de situações que constituam grave risco para a segurança ou a saúde públicas e/ou dos residentes*

*G. Observações.*

*H. Técnico*

*I. Coeficiente de conservação (preenchimento pela CAM<sup>2</sup>)”.*

---

<sup>1</sup> Unidade funcionalmente distinta - um ou mais espaços delimitados por paredes separadoras que contém todos os equipamentos e instalações necessários ao exercício de uma determinada função:

- unidade com uso habitacional que ocupa a totalidade de um prédio (ex., uma moradia);
- unidade com uso habitacional que ocupa uma parte de um prédio, beneficiando usualmente do uso de partes comuns (ex., um apartamento num edifício multifamiliar);
- unidade com uso não-habitacional que ocupa a totalidade de um prédio (ex., um armazém);
- unidade com uso não-habitacional que ocupa uma parte de um prédio, beneficiando ou não do uso de partes comuns (ex., um escritório ou uma loja comercial).

<sup>2</sup> CAM - Comissão Arbitral Municipal.



\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_  
código do técnico      número da ficha

Rua/Av./Pc.: .....  
 Número: ..... Andar: ..... Localidade: ..... Código postal: .....  
 Distrito: ..... Concelho: ..... Freguesia: .....  
 Artigo matricial: ..... Fracção: ..... Código SIG (facultativo): .....

N.º de pisos do edifício	N.º de unidades do edifício	Época de construção	Tipologia estrutural	N.º de divisões do locado	Uso do locado
-----------------------------	--------------------------------	------------------------	-------------------------	------------------------------	------------------

C. ANOMALIAS DE ELEMENTOS FUNCIONAIS	Anomalias					Não se aplica	Ponderação	Pontuação
	Muito ligeiras (5)	Ligeiras (4)	Médias (3)	Graves (2)	Muito graves (1)			
Edifício								
1. Estrutura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x 6 =	
2. Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x 5 =	
3. Elementos salientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
Outras partes comuns								
4. Paredes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
5. Revestimentos de pavimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
6. Tectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
7. Escadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
8. Caixilharia e portas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
9. Dispositivos de protecção contra queda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
10. Instalação de distribuição de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
11. Instalação de drenagem de águas residuais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
12. Instalação de gás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
13. Instalação eléctrica e de iluminação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
14. Instalações de telecomunicações e contra a intrusão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
15. Instalação de ascensores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
16. Instalação de segurança contra incêndio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
17. Instalação de evacuação de lixo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
Locado								
18. Paredes exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x 5 =	
19. Paredes interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
20. Revestimentos de pavimentos exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
21. Revestimentos de pavimentos interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	
22. Tectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	
23. Escadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	
24. Caixilharia e portas exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x 5 =	
25. Caixilharia e portas interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
26. Dispositivos de protecção de vãos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
27. Dispositivos de protecção contra queda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	
28. Equipamento sanitário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
29. Equipamento de cozinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
30. Instalação de distribuição de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
31. Instalação de drenagem de águas residuais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
32. Instalação de gás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
33. Instalação eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
34. Instalações de telecomunicações e contra a intrusão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
35. Instalação de ventilação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
36. Instalação de climatização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
37. Instalação de segurança contra incêndio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	

Total das pontuações	(a)	
Total das ponderações atribuídas aos elementos funcionais aplicáveis	(b)	
Índice de anomalias	(a/b)	

**E. DESCRIÇÃO DE SINTOMAS QUE MOTIVAM A ATRIBUIÇÃO DE NÍVEIS DE ANOMALIAS "GRAVES" E/OU "MUITO GRAVES"**

Número do elemento funcional	Relato síntese da anomalia	Identificação das fotografias ilustrativas
_____	..... ..... ..... .....	_____
_____	..... ..... ..... .....	_____
_____	..... ..... ..... .....	_____
_____	..... ..... ..... .....	_____
_____	..... ..... ..... .....	_____

**F. AVALIAÇÃO**

Com base na observação das condições presentes e visíveis no momento da vistoria e nos termos do artigo 6.º da Portaria XXX/2006, declaro que:

- O estado de conservação é:  
Excelente ☐ Bom ☐ Médio ☐ Mau ☐ Péssimo ☐
- As partes comuns possuem um estado de conservação \_\_\_\_\_ e o locado possui um estado de conservação \_\_\_\_\_  
(apenas se aplica em edifícios constituídos por mais de uma unidade)
- Existem situações que constituem grave risco para a segurança e saúde públicas e/ou dos residentes: Sim ☐ Não ☐

**G. OBSERVAÇÕES**

.....  
.....  
.....

**H. TÉCNICO**

Nome do técnico: .....

Assinatura: ..... Data de vistoria: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**I. COEFICIENTE DE CONSERVAÇÃO (preenchimento pela CAM)**

Nos termos do disposto na alínea c), do n.º 1, do artigo 49.º da Lei n.º 6/2006, de 27 de Fevereiro, e no artigo 15.º do Decreto-Lei n.º 161/2006, de 8 de Agosto, declara-se que as partes comuns e o locado acima identificados possuem o seguinte Coeficiente de Conservação:

\_\_\_\_,\_\_\_\_

Assinatura do responsável da CAM: .....

Data de emissão: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (Validade: 3 anos)

(O preenchimento da ficha deve ser realizado de acordo as instruções de aplicação disponibilizadas no endereço electrónico [www.portaldahabitacao.pt/nrau](http://www.portaldahabitacao.pt/nrau))

Quadro F.1 - Critérios gerais de avaliação (MAEC - Outubro de 2006. Instruções de aplicação e ficha de avaliação)

Muito ligeiras	Ligeiras	Médias	Graves	Muito Graves
Ausência de anomalias ou anomalias sem significado	Anomalias que prejudicam o <b>aspecto</b> , e que requerem trabalhos de limpeza, substituição ou reparação de <b>fácil execução</b> .	Anomalias que prejudicam o <b>aspecto</b> , e que requerem trabalhos de substituição ou reparação de <b>difícil execução</b> .		
		Anomalias que prejudicam o <b>uso</b> e o <b>conforto</b> e que requerem trabalhos de limpeza, substituição ou reparação de <b>fácil execução</b> .	Anomalias que prejudicam o <b>uso</b> e o <b>conforto</b> e que requerem trabalhos de substituição ou reparação de <b>difícil execução</b> .	
			Anomalias que colocam em risco a <b>saúde</b> e a <b>segurança</b> , podendo motivar acidentes sem grande gravidade, e que requerem trabalhos de limpeza, substituição ou reparação de <b>fácil execução</b> .	Anomalias que colocam em risco a <b>saúde</b> e a <b>segurança</b> , podendo motivar acidentes sem grande gravidade, e que requerem trabalhos de substituição ou reparação de <b>difícil execução</b> .
				Anomalias que colocam em risco a <b>saúde</b> e a <b>segurança</b> , podendo motivar acidentes graves ou muito graves.
				Ausência ou inoperacionalidade de <b>infraestrutura básica</b> .

Com o objectivo de facilitar a utilização do método, os critérios gerais de avaliação apresentados no Quadro H.1, foram aplicados a cada um dos elementos funcionais, dando origem a fichas, contendo informação técnica para cada um, com a estrutura seguinte e cujos exemplos se seguem:

*“1. elementos de construção a avaliar – identificação dos elementos da construção a apreciar em cada elemento funcional;*

*2. critério de avaliação – metodologia que permita relacionar as características da unidade em apreciação com um nível de anomalia;*

*3. exemplos de sintomas de anomalia – exemplos de sinais que indiciam anomalias;*

*4. observações – informação complementar sobre a aplicação do critério de avaliação”.*

## Edifício | 2. Cobertura

### Elementos de construção a avaliar

- Estrutura principal de suporte (ex., asnas, vigas, lajes de cobertura)
- Estrutura secundária de suporte (ex., madres, varas, ripas, etc.)
- Impermeabilizações
- Outros revestimentos
- Sistema de drenagem de águas pluviais (ex., caleiras, algerozes e tubos de queda)

### Critério de avaliação

Ligeiras	Anomalias		
	Médias	Graves	Muito graves
Anomalias pontuais ou superficiais da estrutura da cobertura que prejudicam apenas o aspecto	Anomalias pontuais ou superficiais da estrutura da cobertura que reduzem a sua durabilidade e prejudicam o uso	Anomalias na estrutura da cobertura que podem motivar acidentes e que exigem substituição ou reparação parcial	Deterioração acentuada ou ausência de elementos da estrutura da cobertura que colocam em risco a sua segurança estrutural Necessidade de substituição total de elementos da estrutura da cobertura
Anomalias pontuais no revestimento da cobertura que prejudicam apenas o aspecto	Anomalias no revestimento da cobertura, colocando em risco a estanquidade à água	Deterioração acentuada do revestimento da cobertura, originando infiltrações	
Necessidade de limpeza do sistema de drenagem de águas pluviais	Anomalias no sistema de drenagem de águas pluviais, colocando em risco a estanquidade à água	Deterioração acentuada ou ausência de sistema de drenagem de águas pluviais, originando infiltrações	

### Exemplos de sintomas de anomalia

Ligeiras	Anomalias		
	Médias	Graves	Muito graves
	Cobertura inclinada deformada em áreas limitadas Estrutura secundária da cobertura inclinada com deterioração ligeira de elementos	Cobertura inclinada deformada em grandes áreas Estrutura secundária da cobertura inclinada com deterioração severa de elementos	Cobertura com alteração da geometria geral, indiciando grave deterioração da estrutura subjacente, consequência da cedência, ruína ou rotura de elementos resistentes primários Estrutura secundária da cobertura inclinada com destruição total ou parcial de elementos
Revestimento de cobertura inclinada com sujidades ou vegetação parasitária, mas não comprometendo a estanquidade à água  Revestimento de cobertura inclinada com alguns elementos danificados e a necessitar de substituição ou reparação (ex., algumas telhas ou chapas partidas), mas não comprometendo a estanquidade à água	Revestimento de cobertura inclinada com alguns elementos de revestimento partidos, porosos ou em falta, originando infiltrações	Revestimento de cobertura inclinada exigindo substituição integral	Revestimento de cobertura inclinada removido numa grande extensão

	Revestimento de impermeabilização de cobertura em terraço fendilhado ou incorrectamente aplicado (ex., membranas betuminosas com juntas de sobreposição insatisfatoriamente realizadas), originando infiltrações	Revestimento de impermeabilização de cobertura em terraço exigindo substituição integral, originando infiltrações generalizadas	Revestimento de impermeabilização de cobertura em terraço descolado, fissurado ou removido
Sistema de drenagem de águas pluviais com entupimentos, exigindo limpeza	Sistema de drenagem de águas pluviais com anomalias (ex., falta de partes de platibandas ou de beirados, de algerozes e tubos de queda) originando infiltrações	Sistema de drenagem de águas pluviais inexistente ou totalmente inoperacional, originando infiltrações generalizadas	

### Observações

Quando exista acessibilidade, o técnico deve observar o desvão das coberturas inclinadas. Em caso negativo deverá procurar um local que lhe permita observar a cobertura pelo exterior (recorrendo até, se necessário, a binóculos). Se a observação for impossível o técnico deve procurar sinais de sérias anomalias provocadas pela entrada de água pela cobertura, no interior e no exterior do edifício (ex., perda generalizada de coesão e de adesão dos revestimentos nas paredes e tectos dos últimos pisos, manchas de humidade nos paramentos dessas paredes e tectos, ataque biológico extensivo).

Num edifício com uma cobertura de grandes dimensões ou com mais do que um corpo apenas deve ser avaliada a parte da cobertura que afecta directamente a unidade em apreciação e os espaços comuns que o servem.

## Edifício | 3. Elementos salientes

### Elementos de construção a avaliar

- Elementos projectados da envolvente do edifício (ex., chaminés, balaustradas, ornamentação diversa)
- Elementos acrescentados à envolvente do edifício (ex., antenas, equipamentos, painéis publicitários)

### Critério de avaliação

Ligeiras	Anomalias		
	Médias	Graves	Muito graves
Anomalias de carácter estético nos elementos salientes	Anomalias nos elementos salientes que põem em causa a sua durabilidade e prejudicam o uso	Anomalias nos elementos salientes que podem motivar acidentes sem grande gravidade	Deterioração acentuada dos elementos salientes que podem motivar acidentes graves ou muito graves

### Exemplos de sintomas de anomalia

Ligeiras	Anomalias		
	Médias	Graves	Muito graves
Elementos salientes com pequenas partes em falta ou fortemente desgastados	Elementos salientes com pequenas partes em risco de queda (ex., soltas, empoladas, pendentes, sofrendo ataque biológico, em desagregação)	Elementos salientes com partes leves em risco de queda	Elementos salientes com partes volumosas em risco de queda
Elementos salientes com sujidades, exigindo limpeza e/ou pintura		Elementos salientes com suportes ou fixações partidos, sofrendo ataque biológico, ou corroídos, e não indiciando risco de total ou parcial	Elementos salientes com suportes ou fixações partidos, sofrendo ataque biológico, ou corroídos, e indiciando risco de desabamento total ou parcial (ex., corrosão extensiva de partes metálicas ou vigas de madeira podres)
		Elementos salientes com significativa alteração da geometria, não indiciando risco de desabamento	Elementos salientes com significativa alteração da geometria, indiciando risco de desabamento total ou parcial (ex., deformação acentuada das partes em consola, chaminés significativamente desaprumadas)

### Observações

As varandas devem ser avaliadas no número "Edifício | 1. Estrutura".



## Espaços comuns | 4. Paredes

### Elementos de construção a avaliar

- Partes opacas de paredes exteriores e interiores não estruturais
- Partes opacas de paredes interiores não estruturais entre espaços comuns
- Revestimentos e acabamentos de paredes exteriores e interiores

### Critério de avaliação

Ligeiras	Anomalias		
	Médias	Graves	Muito graves
Anomalias pontuais dos revestimentos das paredes que prejudicam apenas o aspecto	Anomalias dos revestimentos das paredes que prejudicam o uso e/ou exigem substituição ou reparação pontual	Anomalias notórias dos revestimentos das paredes, que podem motivar acidentes sem grande gravidade e/ou exigem substituição ou reparação ampla	Deterioração acentuada das paredes e dos seus revestimentos, que podem motivar acidentes graves ou muito graves e/ou exigem substituição ou reparação total

### Exemplos de sintomas de anomalia

Ligeiras	Anomalias		
	Médias	Graves	Muito graves
		<p>Paredes com abaulamentos, desaprumos ou outras deformações, motivando danos em outros elementos construtivos, nas instalações ou no equipamento</p> <p>Paredes com aberturas resultantes da degradação que permitem a intrusão indesejada de pessoas ou animais no interior do edifício, bem como a proliferação de pragas</p>	<p>Paredes com grandes abaulamentos, desaprumos, cedências ou outras deformações que indiquem risco de desabamento total ou parcial</p> <p>Guarnecimentos de vãos significativamente empenados ou fracturados</p>
Revestimentos de paredes com fendilhação localizada e de pequena largura	Revestimentos de paredes com fendilhação extensa de pequena largura	Revestimentos de paredes com fendilhação localizada de largura média	Paredes com descontinuidades, fendilhação com largura superior a 5 mm, ou desagregação de elementos comprometendo a sua estabilidade
Revestimentos de paredes com sujidades, alteração de cor ou de textura, exigindo limpeza e/ou pintura	Revestimentos de paredes em falta, soltos, empolados, sofrendo ataque biológico ou em desagregação em áreas limitadas	Revestimentos de paredes em falta, soltos, empolados, sofrendo ataque biológico ou em desagregação em grandes áreas	Revestimentos de paredes removidos ou fortemente deteriorados, exigindo substituição ou reparação total
Paredes com grande diversidade de revestimentos, variações de cor ou textura, denotando reparações anteriores pouco cuidadas			
Paredes com pintura removida em áreas limitadas	Paredes com pintura removida em grandes áreas		
	Revestimentos de paredes com sinais de efflorescências ou vestígios de ataque biológico (ex., presença de térmitas e bolores; desenvolvimento de vegetação parasitária como algas, líquenes e musgos)	Revestimentos de paredes com efflorescências generalizadas ou ataque biológico extensivo	

Revestimentos de paredes com sinais que revelam a presença anterior de água, percebendo-se que a origem do problema foi resolvida atempadamente	Revestimentos de paredes com áreas limitadas molhadas ou muito húmidas	Revestimentos de paredes com grandes áreas molhadas ou muito húmidas	
Elementos decorativos de paredes partidos ou fortemente desgastados	Pequenos elementos decorativos de paredes em risco de queda (ex., partidos ou deslocados)	Placas de revestimento de paredes leves ou situadas a altura reduzida em risco de queda, podendo causar ferimentos ou danificar bens (por ex. veículos)	Placas de revestimento de paredes com massa elevada ou situadas a grande altura em risco de queda, podendo colocar em risco a vida de pessoas

## Espaços comuns | 8. Caixilharia e portas

### Elementos de construção a avaliar

- Portas e janelas em contacto directo com o exterior ou entre espaços comuns
- Partes envidraçadas de marquises de espaços comuns
- Vãos envidraçados nas coberturas (ex., janelas de sótão, clarabóias, lanternins)
- Outras áreas envidraçadas de fachadas em espaços comuns

### Critério de avaliação

Ligeiras	Anomalias		
	Médias	Graves	Muito graves
Anomalias pontuais da caixilharia e das portas que prejudicam apenas o aspecto	Anomalias da caixilharia e das portas que prejudicam o uso e/ou exigem substituição ou reparação pontual	Anomalias notórias da caixilharia e das portas que motivam funcionamento muito deficiente e/ou exigem substituição ou reparação ampla	Deterioração acentuada da caixilharia e das portas que motivam inoperacionalidade e/ou exigem substituição ou reparação total

### Exemplos de sintomas de anomalia

Ligeiras	Anomalias		
	Médias	Graves	Muito graves
Caixilharia com alguns vidros rachados	Caixilharia com alguns vidros partidos	Caixilharia com muitos vidros partidos	
Caixilharia ou portas com sujidades ou oxidadas, exigindo limpeza e/ou pintura	Caixilharia ou portas desafinadas ou encravadas, exigindo uma força excessiva no movimento das folhas		
	Caixilharia ou portas com alguns elementos partidos, sofrendo ataque biológico, corroídos ou empenados, que originam deficiências de funcionamento	Caixilharia ou portas com diversos elementos partidos, sofrendo ataque biológico, corroídos ou empenados, que exigem substituição ou reparação parcial	Caixilharia ou portas com a generalidade dos elementos partidos, sofrendo ataque biológico, corroídos ou empenados, que exigem substituição ou reparação total
	Caixilharia ou portas com dispositivos de manipulação inoperacionais (ex., fechadura encravada)	Caixilharia ou portas de vãos acessíveis por pessoas a partir do exterior sem dispositivos de fecho seguros ou desmontáveis a partir do exterior	
	Caixilharia ou portas permitindo a entrada pontual de água da chuva	Caixilharia ou portas permitindo a entrada abundante de água da chuva	Caixilharia ou portas removidas

## Espaços comuns | 9. Dispositivos de protecção contra queda

### Elementos de construção a avaliar

- Elementos de protecção (ex., guardas ou muretes) de espaços comuns sobrelevados (ex., varandas, terraços, patamares, galerias) ou de vãos com altura de peito inferior a 0,40 m (ex., janelas de sacada) existentes nesses espaços, destinados a impedir a queda accidental, para o exterior ou para outros pisos, de pessoas ou de objectos volumosos

### Critério de avaliação

Ligeiras	Anomalias		
	Médias	Graves	Muito graves
Anomalias pontuais nos dispositivos de protecção contra queda que prejudicam o aspecto	Anomalias nos dispositivos de protecção contra queda que prejudicam o uso e/ou exigem substituição ou reparação pontual	Anomalias notórias nos dispositivos de protecção contra queda que podem motivar acidentes sem grande gravidade e/ou exigem substituição ou reparação ampla	Deterioração acentuada dos dispositivos de protecção contra queda que podem motivar acidentes graves ou muito graves e/ou exigem substituição ou reparação total

### Exemplos de sintomas de anomalia

Ligeiras	Anomalias		
	Médias	Graves	Muito graves
Dispositivos de protecção contra queda com sujidades ou oxidados, exigindo limpeza e/ou pintura	Dispositivos de protecção contra queda com alguns elementos ou fixações partidos, corroídos ou sofrendo ataque biológico	Dispositivos de protecção contra queda com elementos ou fixações deteriorados (ex., partidos, corroídos, sofrendo ataque biológico, com buracos, com fendas), com alteração da sua geometria (ex., elementos deformados, pendentes, deslocados), ou com elementos em falta, mas não indiciando risco de colapso ou incapacidade de resistir às acções normais a que possam ser submetidos	Dispositivos de protecção contra queda com elementos ou fixações deteriorados (ex., partidos, corroídos, sofrendo ataque biológico, com buracos, com fendas), com alteração da sua geometria (ex., elementos deformados, pendentes, deslocados), ou com elementos em falta, indiciando risco de colapso ou incapacidade de resistir às acções normais a que possam ser submetidos
		Ausência de dispositivos de protecção contra queda em desníveis com altura superior a 0,50 m	Ausência de dispositivos de protecção contra queda em desníveis com altura superior a 2,00 m

## ***ANEXO G***

### **Matriz de Observação - FMEA**



ANEXO G. MATRIZ DE OBSERVAÇÃO - FMEA

Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+ 10	G° 9	G- 8	Y+ 7	Y° 6	Y- 5	R+ 4	R° 3
Cobertura	Estanquidade	Inclinação insuficiente da vertente	Anomalia de concepção	Deficiente escoamento das águas pluviais facilitando a sua infiltração bem como a acumulação de lixos, musgos e outros elementos que prejudicam o bom funcionamento da cobertura	Infiltração de água a gerar anomalias secundárias diversificadas										
		Inclinação excessiva da vertente	Anomalia de concepção	Associada a inadequadas fixações da telha ao suporte pode levar ao seu deslocamento e queda	Infiltração de água a gerar anomalias secundárias diversificadas										
		O sistema de impermeabilização da cobertura apresenta levantamentos, cortes ou insuficiência na extensão da sua colocação	Anomalias de execução e de concepção (falta de pormenorização das zonas de remate do sistema de impermeabilização)	Infiltrações	Infiltração de água a gerar anomalias secundárias diversificadas										
		O sistema de rufagem é inexistente, insuficiente ou mal concebido sob o ponto de vista geométrico	Anomalias de execução e de concepção (falta de pormenorização das zonas de rufagem)	Infiltrações e escorrências	Infiltração de água a gerar anomalias secundárias diversificadas										
		O sistema de drenagem de águas pluviais é inexistente, insuficiente ou apresenta deficiências de funcionamento	Anomalias de concepção e de manutenção	Infiltrações e escorrências	Infiltração de água a gerar anomalias secundárias diversificadas										
	Durabilidade, resistência mecânica	Inexistência de micro-ventilação (ventilação da face inferior da telha)	Anomalia de concepção devido à não previsão de telhas e orifícios de ventilação	Aparecimento de condensações e consequente desenvolvimento de musgos, diminuição da resistência mecânica da telha devido ao efeito dos ciclos de gelo-degelo	Diminuição da durabilidade do revestimento e dos elementos de suporte da cobertura										
	Durabilidade, conforto térmico	Inexistência ou insuficiente ventilação do desvão da cobertura	Anomalia de concepção	Diminuição do conforto térmico	Diminuição da durabilidade do revestimento e dos elementos de suporte da cobertura										
	Estabilidade, aspecto visual	Incorrecta geometria dos elementos estruturais	Anomalia de concepção com implicações na irregularidade e falta de estabilidade dos elementos estruturais da cobertura	Irregularidade e falta de estabilidade dos elementos estruturais	Deficiente funcionamento da cobertura										
	Estanquidade, durabilidade, aspecto visual	Encaixe incorrecto das telhas	Anomalia de execução	Infiltrações e deficiente aspecto visual	Diminuição da durabilidade do revestimento da cobertura										





Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+	G°	G-	Y+	Y°	Y-	R+	R°
Cobertura	Estanquidade, durabilidade, aspecto visual	Fracturas, lascas ou fendas nas telhas	Devidas a acções mecânicas. No caso de telhas de fibrocimento são agravadas pelo aumento da fragilidade das telhas devido à acção dos agentes climáticos	Infiltrações e deficiente aspecto visual	Diminuição da durabilidade do revestimento da cobertura										
		Acumulação de musgos, microrganismos, detritos e outros materiais	Incorrecta inclinação das vertentes, inexistência de micro-ventilação da telha, excessiva argamassa de assentamento	Infiltrações devido ao deficiente escoamento da água	Diminuição da durabilidade do revestimento da cobertura										
		Descasque	Devido à acção dos ciclos de gelo-degelo, agravados pela falta de ventilação da telha	Infiltrações	Diminuição da durabilidade do revestimento da cobertura										
	Estanquidade, durabilidade	Remates incorrectos	Incorrecta(os): inclinação da cobertura, remates da cumeeira e dos rincões, remates com paredes e chaminés, larós, encaixes das telhas, remates e inclinações dos beirados e agravada pelos seguintes parâmetros: - geometria e localização dos edifícios - forma e inclinação da cobertura - intensidade e direcção dos ventos dominantes - estrutura das turbulências desenvolvidas - inserção no meio envolvente	Infiltrações	Degradação da cobertura										
		Diferenças de tonalidade	Acção dos agentes atmosféricos	Deficiente aspecto visual	Deficiente aspecto visual										
Sistema de drenagem de águas pluviais	Estanquidade, durabilidade, aspecto visual	Desalinhamento das fiadas de telha	Devido à má fixação das telhas ou à geometria incorrecta da cobertura combinadas com a acção do vento	Infiltrações	Degradação da cobertura										
	Estanquidade	O sistema de drenagem de águas pluviais é inexistente, insuficiente ou apresenta deficiências de funcionamento	Anomalias de concepção e de manutenção	Infiltrações e escorrências	Infiltração de água a gerar anomalias secundárias diversificadas										
	Aspecto Visual	O sistema de drenagem de águas pluviais apresenta elementos com desgaste no revestimento, corroídos, soltos, partidos	Anomalias de manutenção	Deficiente aspecto visual, escorrências devido aos elementos soltos ou partidos	Diminuição da durabilidade. Possibilidade de ocorrência de infiltração de água a gerar anomalias secundárias diversificadas										
		Outras patologias													



Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+ 10	G° 9	G- 8	Y+ 7	Y° 6	Y- 5	R+ 4	R° 3
Elementos de cerramento dos vãos	Estanquidade	Perda de estanquidade à água	Vedação insuficiente Furos de drenagem inexistentes ou mal posicionados Inexistência de barreira exterior que limite o caudal de água infiltrado Inexistência de câmara para recolha e drenagem de água entre as duas linhas de vedação Utilização de um vedante de baixa permeabilidade ao ar na linha exterior de vedação Ausência de pingadeira na face externa Inexistência de lacrimais que evitem a progressão das gotas de água aderentes às superfícies Utilização de aros incompletos	Infiltrações	Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas										
	Permeabilidade ao ar	Elevada permeabilidade ao ar	Inexistência de vedantes na junta móvel Retracção dos vedantes ao longo do tempo Deficiência nas ligações de canto dos vedantes Existência de pequenas aberturas nas juntas fixas do caixilho Folga excessiva na junta móvel	Elevada permeabilidade ao ar com diminuição do conforto térmico	Desconforto interior										
	Resistência mecânica, conforto térmico	Deformações excessivas	Deficiência de projecto Vidros mal calçados Ferragens de fecho mal afinadas ou pontos de fecho em número insuficiente	Incorrecto funcionamento dos elementos	Infiltrações e aumento da permeabilidade ao ar										
	Resistência mecânica, conforto térmico, aspecto visual	Fractura de vidros	Calçamento deficiente Folga insuficiente na junta dos vidros Dilatações diferenciais devidas ao efeito de sombreamento Juntas de dilatação da caixilharia mal concebidas	Degradação dos elementos, infiltrações e elevada permeabilidade ao ar	Desconforto interior Aspecto degradado										



Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+ 10	G° 9	G- 8	Y+ 7	Y° 6	Y- 5	R+ 4	R° 3
Elementos de cerramento dos vãos	Isolamento térmico e resistência a solicitações higratérmicas	Condensações	Isolamento térmico insuficiente Elevada humidade ambiente	Condensações	Aumento do desconforto térmico interior										
	Isolamento térmico	Condensações no interior de vidros isolantes	Deficiência de fabrico Calçamento insuficiente	Condensações	Aumento do desconforto térmico interior										
	Durabilidade, facilidade de manutenção e reparação	Degradação da anodização.	Espessura insuficiente Colmatagem deficiente	Corrosão dos elementos metálicos	Degradação dos elementos de cerramento dos vãos										
		Degradação da termolacagem	Espessura insuficiente Aderência deficiente Utilização incorrecta de acessórios do caixilho que, por contacto deslizando podem desgastar o revestimento	Corrosão dos elementos metálicos	Degradação dos elementos de cerramento dos vãos										
	Aspecto visual	Diferenças de cor	Processo de fabrico deficiente	Deficiente aspecto visual	Deficiente aspecto visual										
	Durabilidade, facilidade de manutenção e reparação	Oxidação dos acessórios	Retenção de água no interior dos caixilhos Revestimento superficial de protecção dos acessórios deficiente	Corrosão dos elementos metálicos	Degradação dos elementos de cerramento dos vãos										
		Apodrecimento das madeiras	Existência de fontes de humidade Falta de aplicação de tratamento de preservação Não utilização de madeiras duráveis	Apodrecimento das madeiras	Aspecto degradado, infiltrações										
		Degradação superficial da madeira	Utilização de revestimentos inadequados Falta de conservação	Degradação superficial das madeiras	Aspecto degradado										
		Empenos	Seleção inadequada da madeira Existência de fontes de humidade	Mau funcionamento dos elementos	Degradação dos elementos de cerramento dos vãos										
		Outras patologias													



Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+ 10	G° 9	G- 8	Y+ 7	Y° 6	Y- 5	R+ 4	R° 3
Revestimento de fachadas em rebocos tradicionais	Revestimentos de impermeabilização	Fendilhação	Deformação dos elementos de apoio/suporte devido: assentamentos, falta de rigidez de elementos estruturais, deformação excessiva, aumento das sobrecargas, transmissão de cargas às paredes	Fendilhação com diversas formas de manifestação	Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas										
			Retracções exageradas devido a problemas de concepção e aplicação do revestimento (ex.: argamassas demasiado ricas em cimento; uso de areias argilosas; camadas de espessura exagerada; má cura)	Fendilhação mapeada	Instabilidade de panos de parede										
			Efeito de variações térmicas e de humidade, por incorrecta execução dos remates, pela contracção/expansão térmica dos tijolos ou blocos, pela expansão/contracção dos tijolos/blocos devidos: à presença de humidade, pela retracção da argamassa, inexistência ou deficiente dimensionamento de juntas de dilatação, (por ex.: ligação entre parede e laje sem interposição de material deformável), à expansão da argamassa das juntas por acção dos sulfatos, ou outros sais, que aí cristalizam quando existe infiltração e circulação de água no interior da alvenaria	Fendilhação orientada horizontal/vertical(ao longo das juntas, ao longo da junção entre materiais diferentes alvenaria - betão)	Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas Destacamento de reboco										
			Fissuras abertas a 45° nas esquinas de abertura de vãos devidas: a excesso de cimento, inertes com impurezas, inexistência de armadura específica para fazer face à elevada concentração de tensões nos cantos	Fendilhação orientada oblíqua em pontos singulares (zonas de variação da secção das paredes, junto de vãos de portas e janelas e em zonas de cunhal e de canto)	Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas Destacamento de reboco										
			fissuras nas zonas de cunhal(idem)												
			fissuras nas zonas de canto (idem)												





Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+ 10	G° 9	G- 8	Y+ 7	Y° 6	Y- 5	R+ 4	R° 3
Revestimento de fachadas em rebocos tradicionais	Revestimentos de impermeabilização	Eflorescências e criptoflorescências	Transporte de sais higroscópicos do terreno ou dos elementos da construção por acção da água retida nos poros dos materiais ou da humidade do terreno O excesso de sais contidos nos tijolos, blocos ou no solo podem agravar este problema	Eflorescências e criptoflorescências	Perdas de aderência e fendilhação e por vezes perda de coesão do próprio revestimento										
			Devido a deficiências de aderência que muitas das vezes são originadas pelas características desfavoráveis do suporte - muito liso e compacto	Destruição do reboco	Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas Destacamento de reboco										
			Incompatibilidade entre a base e o revestimento pelo facto do revestimento ser muito rígido em relação ao suporte que pode originar deslocamentos diferenciais entre as duas superfícies, dando origem, a destacamento												
			Devido à cristalização de sais na interface entre o revestimento e o suporte (criptoflorescências) devido à permanência prolongada de água no interior da alvenaria, podendo ser agravado se o revestimento for pouco permeável ao vapor de água, pois a água infiltrada, cuja saída para o exterior é dificultada, exerce pressão sobre o revestimento.												
			Ascensão de águas superficiais do terreno associada à existência de zonas do elemento em contacto com a água do solo, materiais com elevada capilaridade e inexistente ou deficiente posicionamento de barreiras estanques												



Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+ 10	G° 9	G- 8	Y+ 7	Y° 6	Y- 5	R+ 4	R° 3
Revestimento de fachadas em rebocos tradicionais	Revestimentos de impermeabilização	Desenvolvimento de vegetação parasitária: musgos e fungos	Permanência prolongada de água no revestimento, agravado nas fachadas com menor exposição solar e com rugosidades que facilitem a fixação	Aspecto degradado e insalubre	Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas Destacamento de reboco										
			Falta de ventilação adequada associada à presença de humidade Deficiente concepção e construção dos elementos associados à humidade de precipitação												
			Rotura de canalizações designadamente de drenagem de águas pluviais e de águas residuais e de abastecimento de água Infiltrações devido ao entupimento dos elementos de drenagem de águas pluviais												
		Alteração de aspecto através do aparecimento de manchas e/ou alteração da cor	Ascensão de águas superficiais do terreno associada à existência de zonas do elemento em contacto com a água do solo, materiais com elevada capilaridade e inexistente ou deficiente posicionamento de barreiras estanques	Manchas de humidade	Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas										
			Humidade de precipitação associada à baixa resistência ao desgaste												
			Condições de aplicação inadequadas	Manchas: irregularidades no aspecto											
			Polição atmosférica associada a ambientes húmidos e materiais porosos	Manchas escuras											
			Textura do revestimento rugosa que provoca uma distribuição mais aleatória da água, evitando os caminhos preferenciais, mas fixa mais a sujidade e dificulta a lavagem natural	Manchas de sujidade	Aspecto degradado e insalubre										
			Deficiente aplicação do reboco, numa única camada, com espessura total insuficiente, sobre um suporte cuja secagem não era ainda suficiente, ou em condições climáticas inadequadas (tempo demasiado frio e húmido). Um insuficiente isolamento térmico agrava esta anomalia devido aos fenómenos de termoforese	Fantasma	Aspecto degradado e infiltrações										
		Outras patologias													



Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+	G°	G-	Y+	Y°	Y-	R+	R°
Revestimento de fachadas em rebocos pré-doseados	Revestimentos de impermeabilização	Fendilhação	Deformação dos elementos de apoio/suporte devido: assentamentos, falta de rigidez de elementos estruturais, deformação excessiva, aumento das sobrecargas, transmissão de cargas às paredes	Fendilhação com diversas formas de manifestação	Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas										
			Retracções exageradas devido a problemas de aplicação do revestimento (ex.: argamassas contaminadas com cimento; camadas de espessura exagerada; má cura)	Fendilhação mapeada	Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas										
			Efeito de variações térmicas e de humidade, por incorrecta execução dos remates, pela contracção/expansão térmica dos tijolos ou blocos, pela expansão/contracção dos tijolos/blocos devidos: à presença de humidade, pela retracção da argamassa, inexistência ou deficiente dimensionamento de juntas de dilatação, (por ex.: ligação entre parede e laje sem interposição de material deformável), à expansão da argamassa das juntas por acção dos sulfatos, ou outros sais, que aí cristalizam quando existe infiltração e circulação de água no interior da alvenaria	Fendilhação orientada horizontal/vertical(ao longo das juntas, ao longo da junção entre materiais diferentes alvenaria - betão)	Desprendimento do reboco Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas										
			Fissuras abertas a 45° nas esquinas de abertura de vãos devidas: inexistência de armadura específica para fazer face à elevada concentração de tensões nos cantos	Fendilhação orientada oblíqua em pontos singulares (zonas de variação da secção das paredes, junto de vãos de portas e janelas e em zonas de cunhal e de canto)	Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas Destacamento de reboco										
			fissuras nas zonas de cunhal(idem)												
			fissuras nas zonas de canto (idem)												



Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+	G-	Y+	Y°	Y-	R+	R°
Revestimento de fachadas em rebocos pré-doseados	Revestimentos de impermeabilização	Eflorescências	Transporte de sais higroscópicos do terreno ou dos elementos da construção por acção da água retida nos poros dos materiais ou da humidade do terreno O excesso de sais contidos nos tijolos, blocos ou no solo podem agravar este problema	Eflorescências	Perdas de aderência e fendilhação e por vezes perda de coesão do próprio revestimento									
		Desprendimento das camadas exteriores do revestimento	Devido a patologias de contaminação do reboco através da adição de cimento Portland, ou de gessos de construção	Destruição do reboco: quando se adicionam gessos aos rebocos pré-doseados, dão-se reacções expansivas entre estes ligantes e a presença de água (geralmente de infiltração)	Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas Desprendimento de reboco									
				Quando se lhes adiciona cimento Portland geram-se fenómenos de retracção com o consequente aparecimento de fissuração sem orientação definida	Infiltração de água nas paredes a gerar anomalias secundárias diversificadas Desprendimento de reboco									
		Desenvolvimento de vegetação parasitária: musgos e fungos	Permanência prolongada de água no revestimento, agravado nas fachadas com menor exposição solar e com rugosidades que facilitem a fixação	Aspecto degradado e insalubre	Aspecto degradado e insalubre									
			Falta de ventilação adequada associada à presença de humidade Deficiente concepção e construção dos elementos associados à humidade de precipitação											
			Rotura de canalizações designadamente de drenagem de águas pluviais e de águas residuais e de abastecimento de água Infiltrações devido ao entupimento dos elementos de drenagem de águas pluviais											
			Resultantes de salpicos de cimento e da fixação de poeiras em consequência de um incorrecto planeamento da sequência de actividades											
		Manchas de sujidade no revestimento	Poluição atmosférica	Manchas de sujidade	Aspecto degradado e insalubre									
		Mossas e quebras nas arestas	Devido à baixa resistência mecânica destes revestimentos associada à excessiva espessura da camada de revestimento e à falta de protecção das arestas	Mossas e quebras nas arestas	Aspecto degradado									
		Friabilidade dos rebocos: revestimentos não consistentes e agregados, pouco resistentes à abrasão, de fraca aderência ao suporte e baixa resistência mecânica e elevada absorção e porosidade	Devido a perdas aceleradas de água de amassadura, ao inadequado doseamento de água de amassadura, à utilização de argamassas contaminadas ou à falta de aperto durante o processo de aplicação	Desagregação do revestimento	Aspecto degradado e infiltrações									
		Outras patologias												





Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+	G°	G-	Y+	Y°	Y-	R+	R°
Revestimento de pintura	Revestimentos de acabamento ou decorativos	Amarelecimento	Devido à acção dos agentes ambientais (radiação, temperatura, oxigénio, humidade) sobre o ligante do produto de pintura que altera, a sua estrutura molecular em maior ou menor grau consoante a sua natureza química	Desenvolvimento de uma cor amarela durante o envelhecimento de uma película de tinta, verniz ou produto similar	Aspecto degradado										
			Devido à acção da radiação solar sobre determinados pigmentos inadequados para serem aplicados no exterior	Modificação da cor de uma película, conferindo-lhe o aspecto de bronze envelhecido	Aspecto degradado										
		Bronzeamento	Produto de pintura apresentando elevada concentração volumétrica de pigmento	Quantidade apreciável de sujidade na superfície duma película de pintura	Aspecto degradado e insalubre										
			Produto de pintura em que o ligante é susceptível à acção da temperatura, provocando o amolecimento do revestimento por pintura, por exemplo durante o Verão												
		Captação/Retenção de sujidade	Formulação não optimizada de forma a impedir que a película seca apresente pegajosidade												
			Humidade em excesso na base de plicação ou no ambinete na altura de aplicação (baixas temperaturas ou elevada humidade relativa)	Separação espontânea de superfícies limitadas de película de pintura, da sua base de aplicação, por falta de aderência	Aspecto degradado										
		Destacamento (delaminação, despelamento ou esfoliação)	Infiltração e acesso de humidade para a base de aplicação proveniente de defeitos de construção (fissuras, remates, pedras porosas, ...)												
			Presença de partículas pouco aderentes e sujidades (poeiras, gorduras, resíduos de tinta esfoliada ou pulverulenta, resíduos pulverulentos de material cimentício e de superfícies caídas, grãos de areia soltos ou pouco aderentes, eflorescências) em bases de aplicação deficientemente preparadas para a pintura ou repintura												
			Aplicação do produto sob condições ambientais inadequadas: temperaturas elevadas, fortes correntes de ar, que provocam a secagem acelerada reduzindo drasticamente a aderência da camada de produto à base de aplicação												
			Revestimento de pintura inadequado às condições de exposição tais como atmosferas corrosivas que levam ao ataque químico do revestimento	Separação espontânea de superfícies limitadas de película de pintura, da sua base de aplicação, por falta de aderência	Aspecto degradado										
		Destacamento (delaminação, despelamento ou esfoliação)	Ausência de primário, ou primário inadequado												
			Tipo ou teor de solventes incorrectos ou inadequados												
			Aplicação de pintura sobre superfícies lisas e rígidas que dificultam a aderência do produto												
			Desrespeito do intervalo de tempo de secagem entre demãos												
			Desrespeito do intervalo de tempo para aplicação de produtos de dois componentes após a sua mistura												
			Erros de doseamento em produtos de dois componentes												
			Inadequada ou incorrecta preparação da base												
			Incompatibilidade física-química-mecânica do produto de pintura com a base de aplicação												
			Envelhecimeto natural do revestimento por pintura												



Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+	G°	G-	Y+	Y°	Y-	R+	R°
Revestimento de pintura	Revestimentos de acabamento ou decorativos	Empolamento	Humidade em excesso na base de aplicação ou no ambiente aquando da aplicação (baixas temperaturas ou elevada humidade relativa)	Empolamento e destacamento localizado de uma ou mais camadas do revestimento de pintura	Aspecto degradado										
			Infiltração e acesso de humidade para a base de aplicação proveniente de defeitos de construção (fissuras, remates incorrectos, pedras porosas, parapeitos sem rasgo lacrimal para drenagem eficiente de águas pluviais, falta de selagem, etc)												
			Desrespeito do intervalo de tempo de repintura												
			Excessiva pintura da camada de produto												
			Presença de espécies solúveis em água nomeadamente contaminações salinas na base de aplicação, ou aditivos e solventes residuais dos produtos empregues												
			Incompatibilidade química do produto de pintura com a base de aplicação												
			Aplicação do produto sob temperaturas muito elevadas (elevada exposição solar)												
			Métodos ou/e instrumentos de aplicação incompatíveis ou inadequados para o tipo de produto de pintura a aplicar												
		Eflorescências	Migração, seguida de evaporação, de água contendo sais solúveis provenientes do suporte de aplicação	Depósitos cristalinos sob ou sobre o revestimento de pintura	Aspecto degradado										
		Intumescimento	Uso de formulações contendo ligantes muito sensíveis à absorção de líquido ou vapor	Aumento do volume da película	Aspecto degradado										
		Exsudação	Inadequada preparação das bases (frequente em bases de madeira verde)	Difusão de um ou mais constituintes das subcamadas ou da base de aplicação, na camada de acabamento	Aspecto degradado										
			Tempo de espera entre as demãos demasiado curto												
			Condições de humidade desfavorável (elevada humidade relativa ou exposição à condensação logo após a aplicação)												



Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+	G°	G-	Y+	Y°	Y-	R+	R°
Revestimento de pintura	Revestimentos de acabamento ou decorativos	Fissuração	Movimentos estruturais significativos do substrato: fissuração, retração	<b>Fendilhamento</b> - semelhante à fissuração fina mas em que as fissuras são mais profundas e largas	Diminuição da protecção das camadas subjacentes com maior possibilidade de infiltrações										
			Desrespeito do intervalo de tempo de repintura	<b>Fissuração filiforme</b>											
			Aplicação de revestimentos com espessuras muito acima das especificadas	<b>Fissuração fina</b> - fissuração caracterizada por finas fissuras distribuídas de forma mais ou menos regular, à superfície da película seca											
			Produtos inadequados às condições de exposição	<b>Fissuração por frio</b> - formação de fissuras na película em resultado da exposição a baixas temperaturas											
			Envelhecimento natural ou artificial do revestimento por pintura em que durante o processo de degradação do ligante ocorre reticulação que torna a película mais rígida e com menor resistência a variações dimensionais do suporte	<b>Patas de galinha</b> - formação de fissuras à superfície da película seca na forma de linhas que partem de um ponto central fazendo lembrar as patas de uma ave											
		Manchas	Base de aplicação com porosidade e/ou rugosidade demasiado heterogénea, permitindo absorção diferencial do ligante do acabamento na pintura monocamada, ou incorrecta aplicação ou ausência do primário (pintura multicamada)	Zonas de cor ou brilho diferente que aparecem no revestimento por pintura	Aspecto degradado										
			Aplicação de um produto de pintura de baixo poder de cobertura sobre manchas de reparação anteriores												
			Desenvolvimento de bolor, algas ou fungos												
				Aspecto degradado	Aspecto degradado										



Elemento	Requisito funcional	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	E	NE	G+	G°	G-	Y+	Y°	Y-	R+	R°
Revestimento de pintura	Revestimentos de acabamento ou decorativos	Manchas	Deposição de fumo nas superfícies	Aspecto degradado	Aspecto degradado										
			Exposição da película ainda húmida à chuva ou à condensação que dissolve determinadas substâncias que quando a água se evapora precipitam dando origem a manchas semelhantes a pingos de chuva												
			Reacção química entre o dióxido de enxofre presente na atmosfera poluída com compostos de chumbo ou de mercúrio existentes em determinados produtos de pintura, dando origem a sulfuretos de chumbo ou de mercúrio												
			Presença de resíduos de decapante que reagem com os produtos de repintura, levando a alterações químicas dos constituintes que se manifestam pelo aparecimento de manchas												
			Migração de aditivos surfactantes do interior para a superfície do revestimento, que se traduz por um aspecto manchado por vezes brilhante e geralmente com tonalidade amarelada ou acastanhada												
		Pulverulência / farinação / gizamento	Envelhecimento natural do revestimento por pintura Produtos inadequados às condições de exposição Incompatibilidade do produto de pintura com a base de aplicação Produtos com concentração volumétrica de pigmento elevada em que a acção mecânica promovida pela erosão e desgaste é mais favorecida	Aparecimento de uma poeira fina, pouco aderente à superfície da película, proveniente da degradação de um ou de vários dos seus componentes	Aspecto degradado										

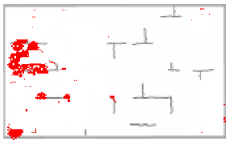
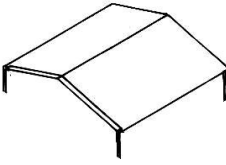

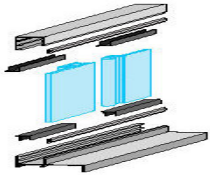
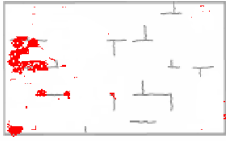
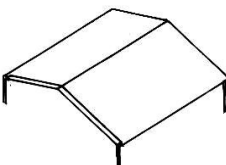

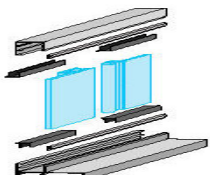


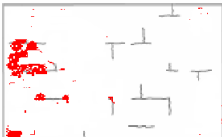

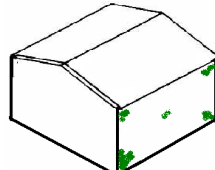
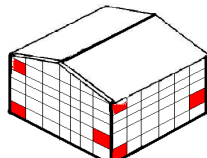
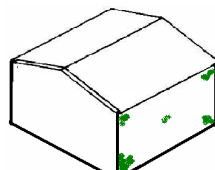
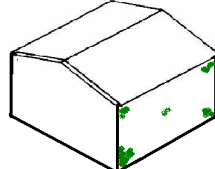
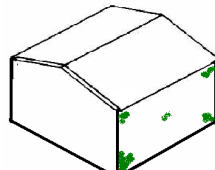


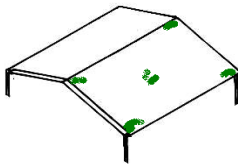
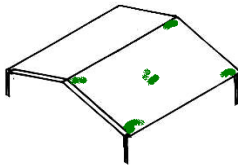
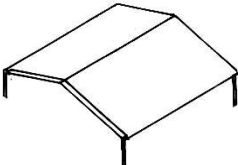

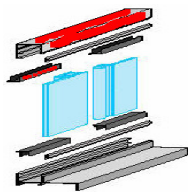
## ***ANEXO H***

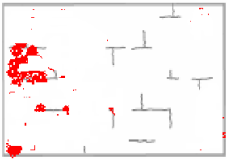
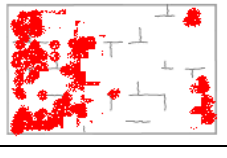

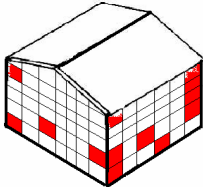
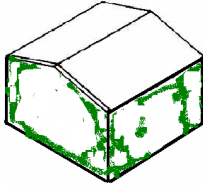
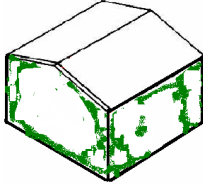
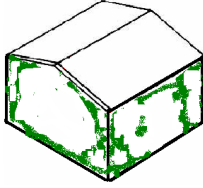
### **Escala de Graduação**

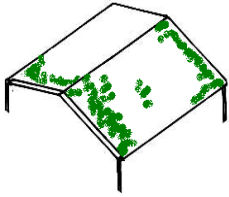
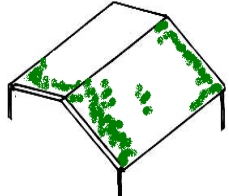
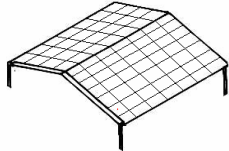
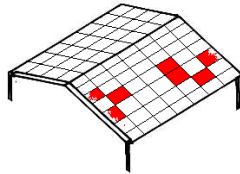
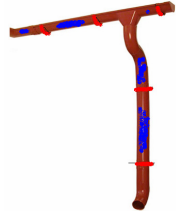
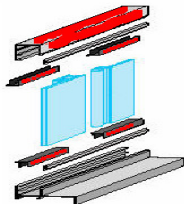


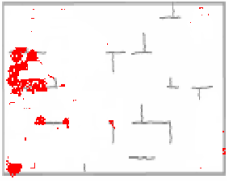
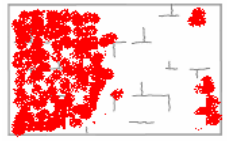
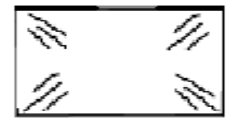
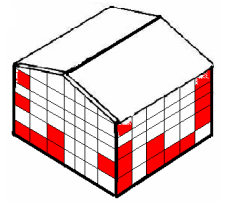
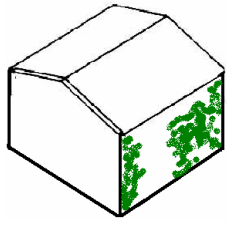
Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
G+	10		Excepcional:			
		Fachada	A superfície das fachadas apresenta-se uniforme e não danificada. Pode ocorrer microfissuração	$w \leq 0,1 \text{ mm}$	$A \leq 5\%$	
		Cobertura	O sistema de rufagem e/ou de impermeabilização da cobertura não apresenta deficiências	_____	$A=0\%$	
			O revestimento da cobertura apresenta-se uniforme e não danificado	_____		
		Sistema de drenagem de águas pluviais	O sistema de drenagem de águas pluviais não apresenta anomalias	_____	$P=0\%$	
		Vãos envidraçados	Os vãos envidraçados não apresentam anomalias	_____	$P=0\%$	
G°	9		Boa sem reservas:			
		Fachada	A superfície das fachadas não é uniforme, devido ao efeito de microfissuração	$0,1 < w \leq 0,25 \text{ mm}$	$A \leq 5\%$	
		Cobertura	O sistema de rufagem e/ou de impermeabilização da cobertura não apresenta deficiências.	_____	$A=0\%$	
			O revestimento da cobertura apresenta-se uniforme e não danificado	_____		
		Sistema de drenagem de águas pluviais	O sistema de drenagem de águas pluviais não apresenta anomalias	_____	$P=0\%$	
		Vãos envidraçados	Os vãos envidraçados não apresentam anomalias	_____	$P=0\%$	

Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
G-	8		Boa com algumas pequenas reservas:			
		Fachada	A superfície das fachadas não é uniforme, devido ao efeito de microfissuração	$0,1 < w \leq 0,25 \text{ mm}$	$A \leq 5\%$	
			Fissuras localizadas em pontos singulares: cunhais e aberturas de vãos.	$w \leq 0,25 \text{ mm}$	$A \leq 5\%$	
			Manchas de descoloração, desgaste e/ou devidas a grande diversidade de revestimentos (denotando reparações defeituosas anteriores)	_____	$A \leq 5\%$	
			Verifica-se a queda de elementos isolados de revestimento	_____	$A \leq 5\%$	
			Revestimentos com alguma sujidade e/ou empolados	_____	$A \leq 5\%$	
			Desenvolvimento de vegetação parasitária no revestimento das fachadas	_____	$A \leq 5\%$	
			Eflorescências	_____	$A \leq 5\%$	

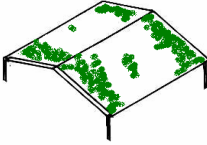
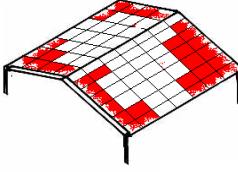
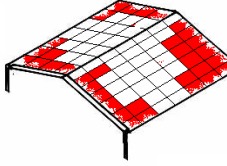
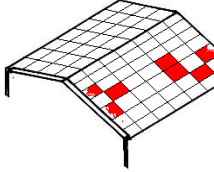
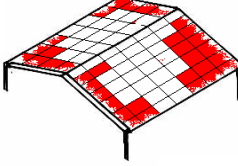
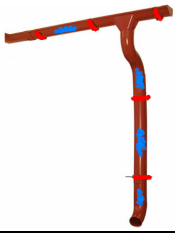
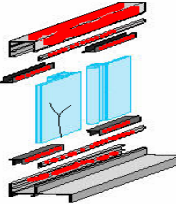
Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
G-	8	Cobertura	Telhado apresenta desenvolvimento de vegetação parasitária	_____	$A \leq 5\%$	
			Telhado apresenta diferenças de tonalidade	_____	$A \leq 5\%$	
			O sistema de rufagem e/ou de impermeabilização da cobertura não apresenta deficiências	_____	$A=0\%$	
		Sistema de drenagem de águas pluviais	Sistema de drenagem de águas pluviais com descasque pontual no revestimento dos seus elementos	_____	$A \leq 5\%$	
		Vãos envidraçados	Caixilharias com anomalias pontuais	_____	$P \leq 5\%$	

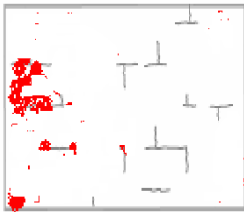
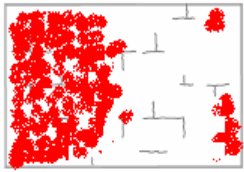

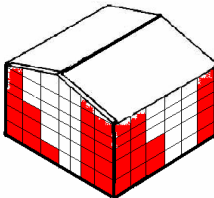
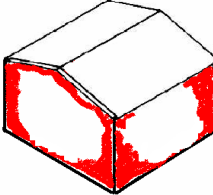
Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
Y+	7		Aceitável com elementos positivos:			
		Fachada	Fissuração do revestimento	$0,25 < w \leq 0,5 \text{ mm}$	$A \leq 5\%$	
			Microfissuração	$w \leq 0,25 \text{ mm}$	$5\% < A < 30\%$	
			Fissuras localizadas em pontos singulares: cunhais e aberturas de vãos	$w \leq 0,5 \text{ mm}$	---	
			Pode-se verificar a queda de elementos isolados de revestimento e/ou revestimento empolado	_____	$5\% < A < 30\%$	
			Desenvolvimento de vegetação parasitária no revestimento das fachadas	_____	$5\% < A < 30\%$	
			Manchas de descoloração, humidade, desgaste e/ou devidas a grande diversidade de revestimentos (denotando reparações defeituosas anteriores)	_____	$5\% < A < 30\%$	
			Eflorescências	_____	$5\% < A < 30\%$	

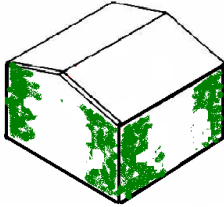
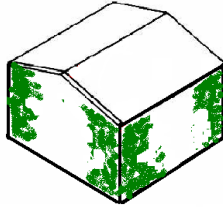
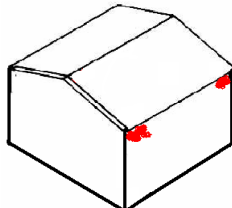
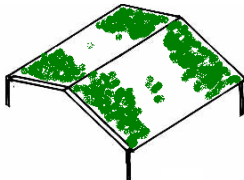
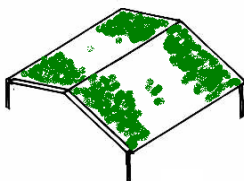
Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
Y+	7	Cobertura	Telhado apresenta desenvolvimento de vegetação parasitária	_____	5<A <30%	
			Telhado apresenta diferenças de tonalidade	_____	5<A <30%	
			O sistema de rufagem e/ou de impermeabilização da cobertura apresenta deficiências pontuais sem perda de estanquidade	_____	A <30%	
			Encaixe incorrecto de telhas, telhas lascadas ou fissuradas, sem ocorrência de infiltrações	_____	A <30%	
		Sistema de drenagem de águas pluviais	Sistema de drenagem de águas pluviais com corrosão em elementos de ligação e, descasque no revestimento dos seus elementos	_____	5<P<30%	
		Vãos envidraçados	Caixilharias com anomalias nos seus elementos	_____	5<P<30%	


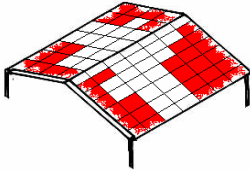

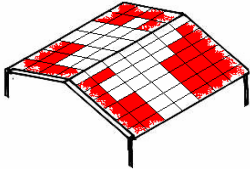

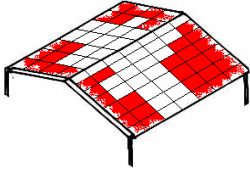

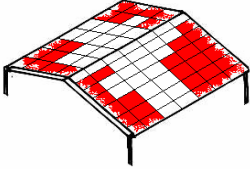

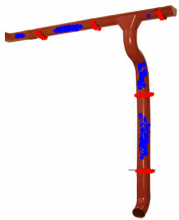

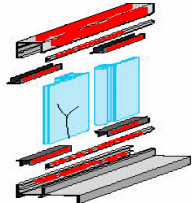
Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
Yº	6		Aceitável:			
		Fachada	Fissuração	$0,5 < w \leq 1 \text{ mm}$	$A \leq 5\%$	
			Fissuração e microfissuração	$w \leq 0,5 \text{ mm}$	$A < 40\%$	
			Fissuras localizadas em pontos singulares: cunhais e aberturas de vãos	$w \leq 1 \text{ mm}$	...	
			Pode-se verificar a queda de elementos de revestimento e/ou revestimento empolado	_____	$30\% \leq A < 40\%$	
			Desenvolvimento de vegetação parasitária	_____	$30\% \leq A < 40\%$	
			Manchas de descoloração, humidade, desgaste e/ou devidas a grande diversidade de revestimentos (denotando reparações defeituosas anteriores)	_____	$30\% \leq A < 40\%$	
			Eflorescências	_____	$30\% \leq A < 40\%$	

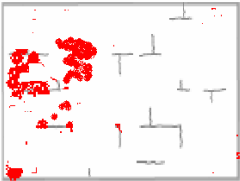

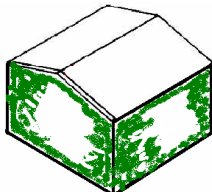
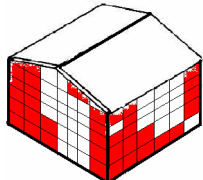
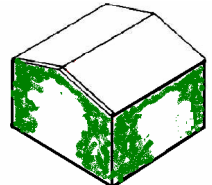
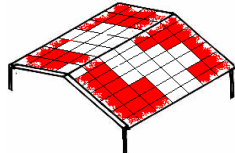
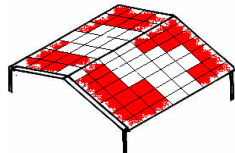


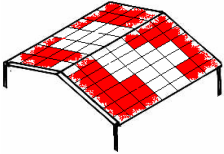
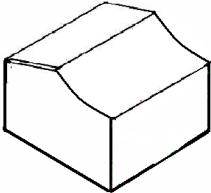
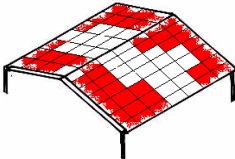
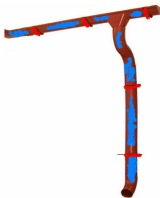
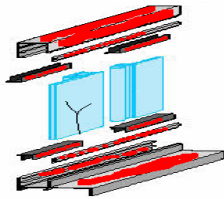
Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
Yº	6	Cobertura	Telhado apresenta desenvolvimento de vegetação parasitária	_____	$30\% \leq A < 40\%$	
			Rufagem de elementos emergentes da cobertura incorrectamente executada ou apresentando danos	_____	$30\% \leq P < 40\%$	
			Telhado com telhas desalinhadas e/ou mal encaixadas	_____	$30\% \leq A < 40\%$	
			Telhado com telhas lascadas, fissuradas, partidas originando infiltrações pontuais numa $A \leq 5\%$	_____	$A \leq 5\%$	
			Sistema de impermeabilização da cobertura apresenta pequenas bolhas e pregas com perda pontual da sua capacidade de impermeabilização numa $A \leq 5\%$	_____	$A \leq 5\%$	
		Sistema de drenagem de águas pluviais	Sistema de drenagem de águas pluviais apresenta corrosão de elementos metálicos, desprendimento e/ou elementos partidos	_____	$P < 40\%$	
		Vãos envidraçados	Caixilharias com anomalias nos seus elementos	_____	$P < 40\%$	

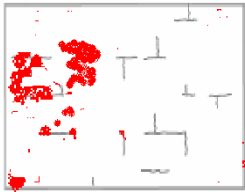
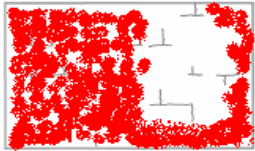
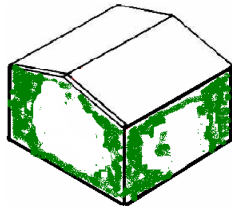
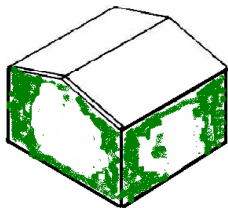
Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
Y-	5		Aceitável com elementos negativos:			
		Fachadas	Fissuração no revestimento das fachadas	$1 < w \leq 2$ mm	$A \leq 5\%$	
			Fissuração e microfissuração	$w < 1$ mm	$A < 50\%$	
			Fissuras localizadas em pontos singulares: cunhais e aberturas de vãos	$w \leq 2$ mm	...	
			Pode-se verificar a queda de elementos de revestimento e/ou revestimento empolado	_____	$40\% \leq A < 50\%$	
			Ausência generalizada de pintura	_____	$A < 50\%$	

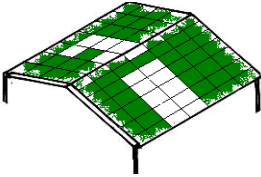
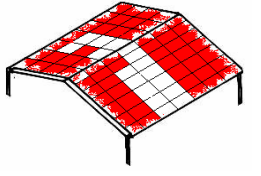
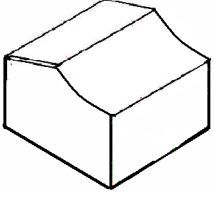
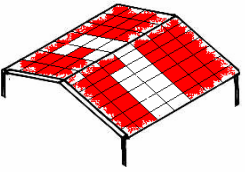

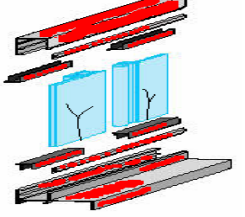
Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
Y-	5	Fachadas	Manchas de descoloração, humidade, desgaste e/ou devidas a grande diversidade de revestimentos (denotando reparações defeituosas anteriores)	_____	$40\% \leq A < 50\%$	
			Desenvolvimento de vegetação parasitária	_____	$40\% \leq A < 50\%$	
			Eflorescências	_____	$A < 50\%$	
			Paredes com apodrecimento localizado de revestimentos (em regra junto à cobertura).	_____	$A \leq 5\%$	
		Cobertura	Telhado apresenta desenvolvimento de vegetação parasitária e acumulação de detritos	_____	$40\% \leq A < 50\%$	
			Rufagem de elementos emergentes da cobertura incorrectamente executada	_____	$P < 50\%$	

Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
Y-	5	Cobertura	Telhado com telhas desalinhas e/ou mal encaixadas		$40\% \leq A < 50\%$	
			Telhado com telhas lascadas, fissuradas, partidas originando infiltrações		$5 < A \leq 10\%$	
			Sistema de impermeabilização da cobertura apresenta deterioração com perda da sua capacidade de impermeabilização		$5 < A \leq 10\%$	
			Remates de cobertura incorrectos que permitirão infiltrações de água		$P < 50\%$	
		Sistema de drenagem de águas pluviais	Sistema de drenagem de águas pluviais apresenta corrosão de elementos metálicos, desprendimento e/ou elementos em falta e/ou elementos partidos		$P < 50\%$	
		Vãos envidraçados	Caixilharias com anomalias notórias, bem como alguns vidros partidos		$P < 50\%$	

Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
R+	4		Inaceitável com possibilidade de reabilitação:	_____		
		Fachada	Existência de fendilhação	$2 < w \leq 5$ mm	$A \geq 5\%$	
			Fissuração e microfissuração	$w < 2$ mm	$A < 70\%$	
			As fachadas apresentam falta de revestimento ou revestimento danificado	_____	$50 \leq A < 70\%$	
			As fachadas apresentam reboco empolado ou destacado	_____	$50 \leq A < 70\%$	
			Desenvolvimento de vegetação parasitária	_____	$50 \leq A < 70\%$	
		Cobertura	Acumulação de vegetação e detritos	_____	$50 \leq A < 70\%$	
			Rufagem de elementos da cobertura inexistentes ou degradados	_____	$P < 70\%$	

Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
R+	4	Cobertura	Telhado com telhas lascadas, fissuradas, partidas originando infiltrações	_____	10<A<70%	
			Telhado com águas deformadas	_____	A ≤ 20%	
			Sistema de impermeabilização da cobertura com falhas na sua capacidade de impermeabilização	_____	10<A<70%	
		Sistema de drenagem de águas pluviais	Sistema de drenagem de águas pluviais apresenta corrosão de elementos metálicos, desprendimento e/ou elementos em falta e/ou elementos partidos	_____	50≤P<70%	
		Vãos envidraçados	Caixilharia fortemente danificada	_____	50≤P<70%	

Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
Rº	3		Intolerável sem viabilidade de reabilitação:			
		Fachada	Fendas	w > 5 mm	A ≥ 5%	
			Fissuração e microfissuração	w ≤ 5 mm	A ≥ 70%	
			Falta de revestimento ou revestimento danificado	_____	A ≥ 70%	
			Fachada apresentando reboco empolado ou destacado	_____	A ≥ 70%	

Código	GD	Tipologia	Descrição da escala de avaliação física e visual	Largura das fendas w (mm)	% de Áreas afectadas % de Elementos afectados	Esquemas exemplificativos para a estimativa da % das áreas de superfície afectada
Rº	3	Cobertura	Acumulação de vegetação e detritos		A≥70%	
			Rufagem em elementos emergentes da cobertura muito degradados/inexistentes/inoperacionais	_____	P≥70%	
			Telhado com águas deformadas	_____	A≥20%	
			Sistemas de impermeabilização da cobertura muito degradados/inexistentes/inoperacionais implicando extensa entrada de água	_____	A≥70%	
		Sistema de drenagem de águas pluviais	Sistema de drenagem de águas pluviais está muito degradado/inexistente/inoperacional, implicando a entrada de água na cobertura, nas lajes e nas fachadas	_____	P≥70%	
		Vãos envidraçados	Caixilharia degradada/inexistente/inoperacional	_____	P≥70%	



# ***ANEXO I***

Folha de Campo



# Folha de Campo/Avaliação

Edifício: \_\_\_\_\_

Data: - -

Folha n.º:

Grelha de Avaliação de Campo					
Fachada	Fissuração			Valoração	
	w (mm)	Localizada (S/N)	Direcção da Fissura		A (%)
	w>5				3 - A≥70%
	w<5				3 - A≥70%
	2<w≤5				4 - 50≤A<70%
	w≤2				4 - P<70
	1<w≤2				5- 40%≤A < 50%
	w≤1				5 -P<50
	localizadas w≤2				5
	0,5<w≤1				6 -30%≤ A< 40%
	w≤0,5				6 - P<40
	localizadas w≤ 1				6
	0,25<w≤0,50				7 - 5%< A< 30%
	w≤0,25				7 - P<30
	localizadas w≤0,50				7
	0,1<w≤0,25				8 - A≤5%
	localizadas w≤0,25				8 - P≤5
	0,1<w≤0,25				9 - ≤5
	w≤0,1				10 - ≤5
	Descoloração				
	S/N			A(%)	
	Eflorescências				
	S/N			A(%)	
	Manchas de humidade				
S/N			A(%)		
Queda e destacamento de elementos					
S/N			A(%)		
Manchas devido ao desenvolvimento de microrganismos e à fixação de sujidade					
S/N			A(%)		

# Folha de Campo/Avaliação

Obra: \_\_\_\_\_

Data: - -

Folha n.º: \_\_\_\_\_

## Grelha de Avaliação de Campo

Cobertura	Elementos em falta	
Denominação da Fachada	S/N	P(%)
	Elementos danificados	
	S/N	P(%)
	Acumulação de microorganismos, detritos ou de vegetação	
	S/N	A(%)
	Ausência de rufagem	
	S/N	P(%)
	Remates incorrectos	
	S/N	P(%)
	Águas deformadas (S/N)	
	S/N	A(%)

Vãos envidraçados	Elementos (i)	Elemento Afectado S/N	% de Elementos afectados
Denominação da Fachada	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		

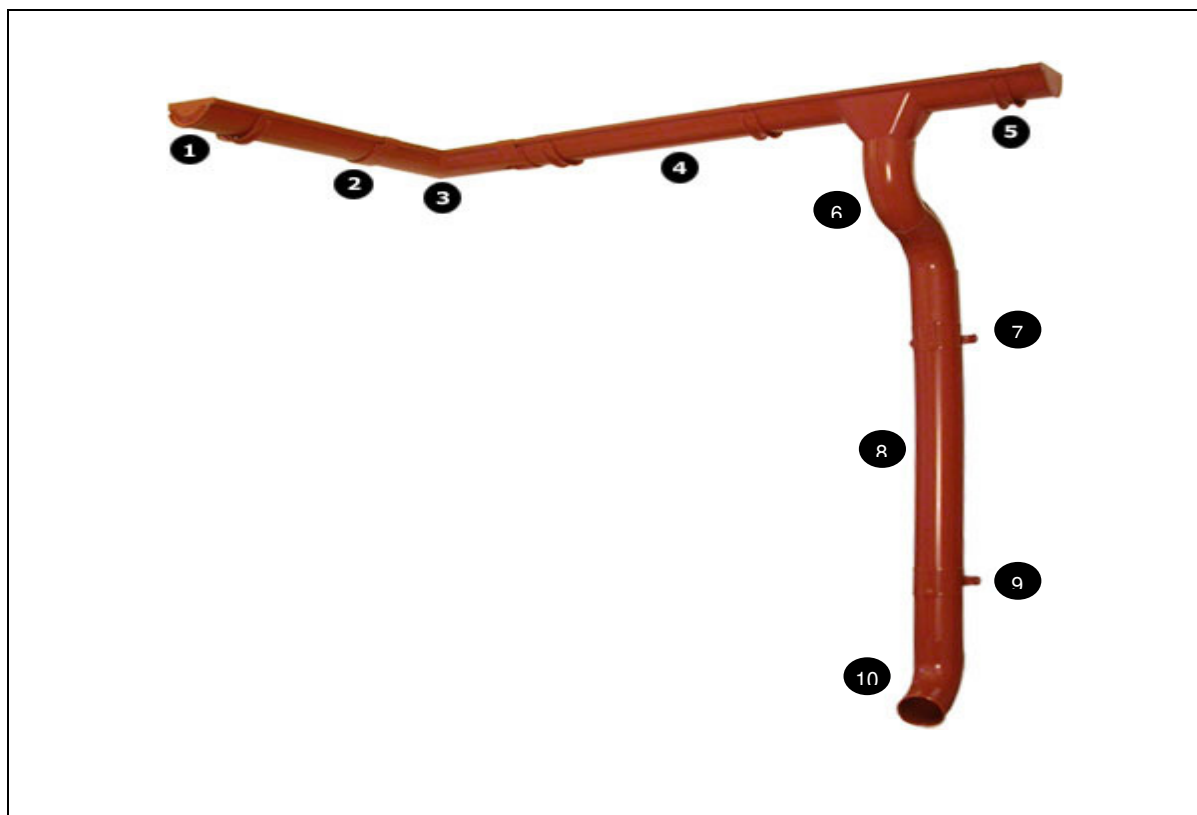
## Folha de Campo/Avaliação

Obra: \_\_\_\_\_

Data: - -

Folha n.º: \_\_\_\_\_

Sistema de drenagem de águas pluviais	Elementos (i)	Elemento Afectado S/N		% de Elementos afectados	Valoração
Denominação da Fachada	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				





## ***ANEXO J***

### **Registo de Observações Visuais**





Canedo

Fachada	w (mm)	Localizada (S/N)	Direcção da Fenda	A (%)	GD
1T	0,5<w≤1	S	Obliqua	10	6
2T	0,1<w≤0,25	N	Mapeada	5	8
3T	0,5<w≤1	S	Vertical	5	6
4T1	1<w≤2	S	Horizontal	5	5
4T2	0,5<w≤1	S	Horizontal/Cunhal	5	6
	1<w≤2	S	Horizontal/Cunhal	5	5
5T1	0,1<w≤0,25	N	Ma peada	5	8
	0,5<w≤1	S	Obliqua	5	6
	1<w≤2	S	Vertical	5	5
5T2	0,1<w≤0,25	N	Ma peada	5	8
	0,5<w≤1	S	Obliqua	5	6
	1<w≤2	S	Vertical	5	5
5T3	0,1<w≤0,25	N	Ma peada	5	8
	0,5<w≤1	S	Obliqua	5	6
	1<w≤2	S	Vertical	5	5
5T4	0,1<w≤0,25	N	Ma peada	5	8
	0,5<w≤1	S	Obliqua	5	6
	1<w≤2	S	Vertical	5	5
5T5	0,1<w≤0,25	N	Ma peada	5	8
	0,5<w≤1	S	Obliqua/cunhal	5	6
	1<w≤2	S	Vertical	5	5
5T6	0,1<w≤0,25	N	Ma peada	5	8
	0,5<w≤1	S	Obliqua	5	6
	1<w≤2	S	Vertical	5	5
Empena	0,1<w≤0,25	N	Mapeada	5	8
	0,5<w≤1	S	Obliqua	5	6

Estanquidade  
Há infiltrações pelas empenas, fachadas e vãos  
Entupimento de caleiras  
GD 5 vãos  
GD 6 cobertura e fachadas  
Infiltrações tectos último andar  
Tempo de chuva - manchas de humidade nas fachadas - 30%

w (mm)	A%	GD	
w>5	≥5	3	A≥70%
w≤5	≥70%	3	A≥70%
2<w≤5	≥5	4	50≤A<70%
w≤2	<70	4	P<70
1<w≤2	≤5	5	40%≤A < 50%
w≤01	<50	5	P<50
localizadas w≤2		5	
0,5<w≤1	≤5	6	30%≤ A< 40%
w≤0,5	<40	6	P<40
localizadas w≤ 1		6	
0,25<w≤0,50	≤5	7	5%< A< 30%
w≤0,25	<30	7	P<30
localizadas w≤0,50		7	
0,1<w≤0,25	≤5	8	A≤5%
localizadas w≤0,25	≤5	8	P≤5
0,1<w≤0,25	≤5	9	≤5
w≤0,1	≤5	10	≤5
w≤0,1	≤5	10	≤5

Fachada	Descoloração (A%)	Queda de Elementos (P%)	Manchas devido ao desenvolvimento de microrganismos A(%)	Eflorescências (A%)	Vãos envidraçados (P%)	Sistema de Drenagem de águas Pluviais (P%)	Manchas de humidade (A%)	Cobertura (A%)	GD Descoloração	GD Queda de Elementos	GD Desenvolvimento de microrganismos	GD Eflorescências	GD Vãos envidraçados	GD Sistema de Drenagem de águas Pluviais	GD Manchas de humidade	GD Cobertura
1T	30	0	5	0	0	50	40	10	6	9	8	9	5	4	5	6
2T	0	5	0	0	0	40	40	10	9	8	9	9	5	5	5	6
3T	30	0	30	0	60	40	40	10	6	9	6	9	4	5	5	6
4T1	-	5	50	5	0	-	40	10	4	8	4	8	5	...	5	6
4T2	-	5	30-40	5	-	-	40	10	5	8	5	8	5	...	5	6
5T1	-	0	10-30	0	0	40	40	10	7	9	7	9	5	5	5	6
5T2	-	0	10-30	0	0	40	40	10	7	9	7	9	5	5	5	6
5T3	-	0	10-30	0	0	-	30	5	7	9	7	9	5	-	6	8
5T4	-	0	10-30	0	0	-	30	5	7	9	7	9	5	-	6	8
5T5	-	0	10-30	0	0	-	30	5	7	9	7	9	5	-	6	8
5T6	-	0	10-30	0	0	-	30	5	7	9	7	9	5	-	6	8
Empena	-	5	30-40	0	0	-	40	10	6	8	6	9	5	-	5	6

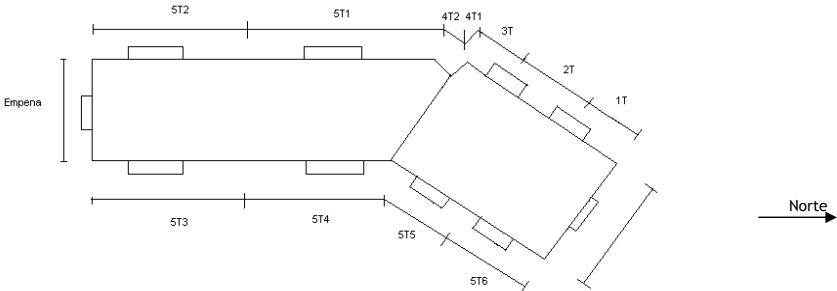
Em fachadas com A≥ 10% de vegetação parasitária atribui-se a graduação deste factor à descoloração

Em qualquer um destes parâmetros de avaliação, após terem sido observados todos os empreendimentos, considera-se que o valor máximo a atribuir-se será 9, dado que nenhuma fachada se poderá considerar em estado excepcional.

Neste caso existia extravasamento de água das caleiras quando chovia - fotografias - o que denota o entupimento e/ou insuficiente capacidade de escoamento logo GD =5 pois implica a limpeza e mesmo a substituição das caleira - reabilitação profunda. Este mau escoamento provoca o humedecimento das fachadas com consequente aparecimento de humidade no interior das habitações.

Relativamente aos elementos apesar de se verificar a queda apenas de 5% verifica-se que se encontra grande % de revestimentos partidos poderemos agravar esta graduação classificando todas as fachadas no mínimo com GD=8 e nos casos de registo de fissuras e quebras do revestimento cerâmico considerar GD=7. Aspecto visual da cobertura 8 (valor arbitrado tendo em conta que o revestimento de cobertura poderá apresentar pequenas anomalias pontuais: godo deslocado, desenvolvimento de vegetação, em A<=5%.

No caso dos vãos envidraçados dado que a generalidade dos peitoris em todos os empreendimentos apresenta fissuras, pingadeiras inexistentes ou a menos de 2 cm da face exterior, provocando escorrências, humedecimento e desenvolvimento localizado de microorganismos, nos cantos dos peitoris, atribui-se a classificação geral de 5, dado que o ideal seria a sua substituição. A fissuração dos peitoris provoca infiltrações para o interior. No aspecto unicamente visual vãos 8. Zona de encosta a descer para o Rio Douro (Entre os 235 - 220 m de altitude). Fachadas com 30 a 40 % de humidade. Manchas de humidade devido à absorção da água de precipitação.





# ***ANEXO L***

Método de Agregação  
Não Ponderado



Canedo								
GD Fissuração	GD Descoloração	GD Queda de Elementos	GD Desenvolvimento de Microrganismos	GD Eflorescências	GD Vãos Envidraçados	GD Sistema de Drenagem de Águas Pluviais	GD Manchas de Humidade	GD Cobertura
6	6	9	8	9	5	4	5	6
8	9	8	9	9	5	5	5	6
6	6	9	6	9	4	5	5	6
5	4	8	4	8	5	5	5	6
6	5	8	5	8	5	5	5	6
5	7	9	7	9	5	-	5	6
8	7	9	7	9	5	-	5	6
6	7	9	7	9	5	-	6	8
5	7	9	7	9	5	-	6	8
8	7	9	7	9	5	-	6	8
6	7	9	7	9	5	-	6	8
5	6	8	6	9	5	-	5	6
8	-	-	-	-	-	-	-	6
6	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-



GD	Queda de Elementos			Microorganismos			Vãos		
	Nº ocorrências	Percentagem	Agregação	Nº ocorrências	Percentagem	Agregação	Nº ocorrências	Percentagem	Agregação
10	0	0	FALSO	0	0	FALSO	0	0	FALSO
9	8	66,67%	<b>GD=9</b>	1	8,33%	FALSO	0	0	FALSO
8	4	33,33%	FALSO	1	8,33%	FALSO	0	0	FALSO
7	0	0	FALSO	6	50%	FALSO	0	0	FALSO
6	0	0	FALSO	2	16,67%	<b>GD=6</b>	0	0	<b>GD=5</b>
5	0	0	FALSO	1	8,33%	FALSO	11	91,67%	FALSO
4	0	0	FALSO	1	8,33%	FALSO	1	8,33%	FALSO
3	0	0	FALSO	0	0	FALSO	0	0	FALSO
Total	12	100%		12	100%		12	100%	
GD	Manchas			Eflorescências			Cobertura		
	Nº ocorrências	Percentagem	Agregação	Nº ocorrências	Percentagem	Agregação	Nº ocorrências	Percentagem	Agregação
10	0	0	FALSO	0	0	FALSO	0	0	FALSO
9	0	0	FALSO	10	83,33%	<b>GD=9</b>	0	0	FALSO
8	0	0	FALSO	2	16,67%	FALSO	4	30,77%	FALSO
7	0	0	FALSO	0	0	FALSO	0	0	FALSO
6	4	33,33%	<b>GD=5</b>	0	0	FALSO	9	69,23%	<b>GD=6</b>
5	8	66,67%	FALSO	0	0	FALSO	0	0	FALSO
4	0	0	FALSO	0	0	FALSO	0	0	FALSO
3	0	0	FALSO	0	0	FALSO	0	0	FALSO
Total	12	100%		12	100%		13	100%	
GD	Descoloração			Sistema de Drenagem de Águas Pluviais			Fissuras		
	Nº ocorrências	Percentagem	Agregação	Nº ocorrências	Percentagem	Agregação	Nº ocorrências	Percentagem	Agregação
10	0	0	FALSO	0	0	FALSO	0	0	FALSO
9	1	8,33%	FALSO	0	0	FALSO	0	0	FALSO
8	0	0	FALSO	0	0	FALSO	8	30,77%	FALSO
7	6	50%	FALSO	0	0	FALSO	0	0	FALSO
6	3	25%	<b>GD=6</b>	0	0	<b>GD=5</b>	10	38,46%	<b>GD=6</b>
5	1	8,33%	FALSO	4	80%	FALSO	8	30,77%	FALSO
4	1	8,33%	FALSO	1	20%	FALSO	0	0	FALSO
3	0	0	FALSO	0	0	FALSO	0	0	FALSO
Total	12	100%		5	100%		26	100%	

IA1= 6





## ***ANEXO M***

### **Critérios de Atribuição de Valoração nas Entrevistas**



Critério secundário	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	G+ 10	G+ 9	G- 8	Y+ 7	Y° 6	Y- 5	R+ 4	R° 3
1.1 e 1.2 Estanquidade da cobertura e da fachada	O sistema de impermeabilização da cobertura apresenta levantamentos, cortes ou insuficiente extensão	Anomalias de execução e de concepção (falta de pormenorização das zonas de remate do sistema de impermeabilização)	Infiltrações	Infiltração de água a gerar anomalias secundárias diversificadas: escorrência de água pelas paredes interiores, manchas de humidade nos tectos e paredes, empolamento e destacamento dos revestimentos, desenvolvimento de microorganismos	Excelente Sem registos de entrada de água	Muito bom Sem registo no fogo Ocorreu uma situação pontual já resolvida num fogo vizinho	Bom Ocorreu uma situação pontual no fogo, já resolvida Ou: Não há registo no fogo mas existem situações pontuais em fogos vizinhos	Satisfaz bem Não há ocorrência de infiltrações nos fogos mas existem nas zonas comuns. Existem situações de infiltração noutros fogos	Satisfaz Situações pontuais (A≤5%) registadas em apenas um compartimento	Satisfaz pouco A≤5% em mais do que um compartimento	Não satisfaz 5%<A≤30%	Péssimo A>30%
1.1 e 1.2 Estanquidade da cobertura e da fachada	O sistema de rufagem é inexistente, insuficiente ou mal concebido	Anomalias de execução e de concepção (falta de pormenorização das zonas de rufagem)	Infiltrações e escorrências	Infiltração de água a gerar anomalias secundárias diversificadas: escorrência de água pelas paredes interiores, manchas de humidade nos tectos e paredes, empolamento e destacamento dos revestimentos, desenvolvimento de microorganismos	Excelente Sem registos de entrada de água	Muito bom Ocorreu uma situação pontual já resolvida num fogo vizinho	Bom Ocorreu uma situação pontual no fogo, já resolvida. Ou: Não há registo no fogo mas existem situações pontuais em fogos vizinhos	Satisfaz bem Não há ocorrência de infiltrações nos fogos mas existem nas zonas comuns. Existem situações de infiltração noutros fogos	Satisfaz Situações pontuais (A≤5%) registadas em apenas um compartimento	Satisfaz pouco A≤5% em mais do que um compartimento	Não satisfaz 5%<A≤30%	Péssimo A>30%
1.1 e 1.2 Estanquidade da cobertura e da fachada	O sistema de drenagem de águas pluviais é inexistente, insuficiente ou apresenta deficiências de funcionamento	Anomalias de concepção e de manutenção	Infiltrações e escorrências através da cobertura e fachadas	Infiltração de água a gerar anomalias secundárias diversificadas: escorrência de água pelas paredes interiores, manchas de humidade nos tectos e paredes, empolamento e destacamento dos revestimentos, desenvolvimento de microorganismos	Excelente Sem registos de entrada de água	Muito bom Ocorreu uma situação pontual já resolvida num fogo vizinho	Bom Ocorreu uma situação pontual no fogo, já resolvida. Ou: Não há registo no fogo mas existem situações pontuais em fogos vizinhos	Satisfaz bem Não há ocorrência de infiltrações nos fogos mas existem nas zonas comuns. Existem situações de infiltração noutros fogos	Satisfaz Situações pontuais (A≤5%) registadas em apenas um compartimento	Satisfaz pouco A≤5% em mais do que um compartimento	Não satisfaz 5%<A≤30%	Péssimo A>30%
1.2 Estanquidade das fachadas	Perda de estanquidade à água	Anomalias de concepção, de execução e de manutenção	Infiltrações nas paredes e pavimentos	Manchas de humidade em paredes de fachada e pavimentos adjacentes, com consequente destacamento dos revestimentos. No caso de pavimentos de madeira pode ocorrer o seu apodrecimento.	Excelente Sem registos de entrada de água	Muito Bom Ocorreu uma situação pontual já resolvida num fogo vizinho	Bom Ocorreu uma situação pontual no fogo, já resolvida	Satisfaz bem. Não há ocorrência de infiltrações nos fogos mas existe nas zonas comuns. Existem situações de infiltração noutros fogos.	Satisfaz Situações pontuais (A≤5%) registadas em apenas um compartimento	Satisfaz pouco A≤5% em mais do que um compartimento	Não satisfaz 5%<A≤30%	Péssimo A>30%
1.2 Estanquidade das fachadas	Perda de estanquidade à água	Anomalias de concepção, de execução e de manutenção	Infiltrações nas paredes e pavimentos	Manchas de humidade em paredes de fachada e pavimentos adjacentes, com consequente destacamento dos revestimentos. No caso de pavimentos de madeira pode ocorrer o seu apodrecimento	Excelente Sem registos de entrada de água	Muito bom Ocorreu uma situação pontual já resolvida num fogo vizinho	Bom Ocorreu uma situação pontual no fogo, já resolvida Ou: Não há registo no fogo mas existem situações pontuais em fogos vizinhos	Satisfaz bem Não há ocorrência de infiltrações nos fogos mas existem nas zonas comuns Existem situações de infiltração noutros fogos	Satisfaz Situações pontuais (A≤5%) registadas em apenas um compartimento	Satisfaz pouco A≤5% em mais do que um compartimento	Não satisfaz 5%<A≤30%	Péssimo A>30%



Critério secundário	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	G+ 10	G+ 9	G- 8	Y+ 7	Y° 6	Y- 5	R+ 4	R° 3
1.3 Estanquidade dos vãos envidraçados	Perda de estanquidade à água	Vedação insuficiente Furos de drenagem inexistentes ou mal posicionados Inexistência de barreira exterior que limite o caudal de água infiltrado Inexistência de câmara para recolha e drenagem de água entre as duas linhas de vedação Utilização de um vedante de baixa permeabilidade ao ar na linha exterior de vedação Ausência de pingadeira na face externa Inexistência de lacrimais que evitem a progressão das gotas de água aderentes às superfícies Utilização de aros incompletos	Infiltrações	Infiltração de água nas paredes, peitoris, ombreiras e padieiras com o consequente aparecimento de manchas de humidade	Excelente Sem registos de entrada de água	Muito bom Ocorreu uma situação pontual já resolvida num fogo vizinho	Bom Ocorreu uma situação pontual no fogo, já resolvida Ou: Não há registo no fogo mas existem situações pontuais em fogos vizinhos	Satisfaz bem Não há ocorrência de infiltrações nos fogos mas existem nas zonas comuns Existem situações de infiltração noutros fogos	Satisfaz Situações pontuais (A≤5%) registadas em apenas um compartimento	Satisfaz pouco A≤5% em mais do que um compartimento	Não satisfaz 5%<A≤30%	Péssimo A>30%
1.3 Estanquidade dos vãos envidraçados	Elevada permeabilidade ao ar	Inexistência de vedantes na junta móvel Retração dos vedantes ao longo do tempo Deficiência nas ligações de canto dos vedantes Existência de pequenas aberturas nas juntas fixas do caixilho Folga excessiva na junta móvel	Elevada permeabilidade ao ar com diminuição do conforto térmico	Desconforto térmico	Excelente Não se sente qualquer entrada de ar	Muito Bom Não se sente qualquer desconforto apesar de se sentir pequenas entradas de ar junto a alguns vãos	Bom Não se sente qualquer desconforto apesar de se sentir entradas apenas um de ar junto aos vãos	Satisfaz bem Situações pontuais incómodas registadas em apenas um compartimento	Satisfaz Situações pontuais incómodas registadas em mais do que um compartimento	Satisfaz pouco Sente-se entrada de ar em mais do que um compartimento o que se torna incómodo	Não satisfaz Entrada de ar pelas caixilharias e/ou caixas de estore com agravamento das condições térmicas interiores	Péssimo Sente-se entrada forte de ar
2.1 Desconforto térmico de Verão	Elevada temperatura interior	Incorrecto ou inexistente isolamento térmico da envolvente	Desconforto térmico com elevada temperatura interior	Desconforto térmico	Excelente	Muito bom	Bom	Normal	Desconfortável	Quente	Muito quente	Extremamente quente
2.2 Desconforto térmico de Inverno	Baixas temperaturas interiores	Incorrecto ou inexistente isolamento térmico da envolvente	Desconforto térmico com baixa temperatura interior	Desconforto térmico e degradação das superfícies de paredes e tectos devido ao desenvolvimento de microorganismos nas zonas de condensações (pontes térmicas planas e pontes térmicas lineares)	Excelente	Muito bom	Bom	Normal	Desconfortável	Frio	Muito frio	Extremamente frio
2.3 Sobreaquecimento interior	Elevada temperatura interior	Inexistência de sistemas de sombreamento exteriores	Sobreaquecimento interior	Desconforto térmico	Perfeitamente controlado através de sistemas de sombreamento	Muito bem controlado através de sistemas de sombreamento	Bem controlado através de sistemas de sombreamento	1 a 2 compartimentos sem sistema de sombreamento	2 a 3 compartimentos sem sistema de sombreamento	3 a 4 compartimentos sem sistema de sombreamento	4 a 5 compartimentos sem sistema de sombreamento	Todos os compartimentos sem sistema de sombreamento
2.4 Humidade	Elevados teores de humidade interior	Incorrecto ou inexistente isolamento térmico da envolvente	Humidade interior	Desconforto térmico devido a elevados teores de humidade interior	Excelente	Muito bom	Bom	Normal	Desconfortável	Húmido	Muito Húmido	Extremamente húmido
2.5 Condensações interiores	Superfícies onde ocorrem condensações	Incorrecto ou inexistente isolamento térmico da envolvente. Pontes térmicas sem correcção	Humidade interior. Aparecimento de microorganismos	Diminuição da durabilidade com deterioração das superfícies interiores. Desenvolvimento de microorganismos	Nenhuma manifestação	Houve manifestações pontuais actualmente resolvidas	Desenvolvimento pontual (A≤5% )	Em zona de pontes térmicas lineares de pouca extensão (5<B<30% )	Em zonas de pontes térmicas lineares e planas com pouca extensão (30≤A<40%)	40≤A<50% da área de tectos e/ou paredes afectados	50≤A<70% da área de tectos e/ou paredes afectados	A≥70% da área de tectos e/ou paredes afectados



Critério secundário	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	G+ 10	G+ 9	G- 8	Y+ 7	Y° 6	Y- 5	R+ 4	R° 3
3.1 Ruídos aéreos exteriores	Ruído interior incómodo	Incorrecto ou inexistente isolamento acústico	Incomodidade acústica	Incomodidade acústica	Excelente	Muito bom	Bom	Normal	Desconfortável	Ruidoso	Muito ruidoso	Extremamente ruidoso
3.2 Ruídos aéreos interiores	Ruído interior incómodo	Incorrecto ou inexistente isolamento acústico	Incomodidade acústica	Incomodidade acústica	Excelente	Muito bom	Bom	Normal	Desconfortável	Ruidoso	Muito ruidoso	Extremamente ruidoso
3.3 Ruídos de percussão	Ruído interior incómodo	Incorrecto ou inexistente isolamento acústico.	Incomodidade acústica	Incomodidade acústica	Excelente	Muito bom	Bom	Normal	Desconfortável	Ruidoso	Muito ruidoso	Extremamente ruidoso
4.1 Descasque, empolamento, desgaste, manchas, eflorescências e ausência de revestimentos nas fachadas	Degradação do revestimento de fachada	Causas diversas	Aspecto degradado	Possibilidade de ocorrência de infiltrações	Excelente A =0%	Muito bom Apenas situações pontuais.	Bom A≤5%	Satisfaz bem 5< A< 30%	Satisfaz 30≤ A< 40%	Satisfaz pouco 40≤ A< 50%	Não satisfaz 50≤A<70%	Péssimo A≥70%
4.2 Manchas de humidade e vegetação parasitária nas fachadas	Degradação do revestimento de fachada	Causas diversas	Aspecto degradado	Possibilidade de ocorrência de infiltrações	Excelente A =0%	Muito bom Apenas situações pontuais	Bom A≤5%	Satisfaz bem 5<A< 30%	Satisfaz 30≤A<40%	Satisfaz pouco 40≤A<50%	Não satisfaz 50≤A<70%	Péssimo A≥70%
4.3 Fissuração da fachada	Degradação do revestimento de fachada	Causas diversas	Aspecto degradado	Destacamentos e infiltrações	A≤5% e w<0,1mm	A≤5% e 0,1≤w<0,25mm	A≤10% e 0,1≤w<0,25mm	10<A< 30%	30≤A<40%	40≤A<50%	50≤A<70%	A≥70%
4.4 Vidros partidos, janelas e portas exteriores danificadas	Degradação e mau funcionamento dos elementos de cerramento de vãos	Causas diversas	Aspecto degradado	Infiltrações e diminuição do conforto térmico	Excelente A =0%	Muito bom Apenas situações pontuais	Bom A≤5%	Satisfaz bem 5<A<30%	Satisfaz 30≤A<40%	Satisfaz pouco 40≤A<50%	Não satisfaz 50≤A<70%	Péssimo A≥70%
4.5 Revestimentos da cobertura danificados e em falta	Degradação do revestimento de cobertura	Causas diversas	Aspecto degradado e infiltrações	Infiltrações em espaços interiores	Excelente A =0%	Muito bom Apenas situações pontuais	Bom A≤5%	Satisfaz bem 5<A<30%	Satisfaz 30≤A<40%	Satisfaz pouco 40≤A<50%	Não satisfaz 50≤A<70%	Péssimo A≥70%





Critério secundário	Modos de falha	Causas	Efeitos directos	Efeitos indirectos	G+	G+	G-	Y+	Y°	Y-	R+	R°
4.6 Ondulação do revestimento da cobertura/ do sistema de impermeabilização e abertura entre os elementos de revestimento/ impermeabilização	Degradação do revestimento/ impermeabilização da cobertura	Causas diversas	Aspecto degradado e infiltrações	Infiltrações em espaços interiores	Excelente A =0%	Muito bom Apenas situações pontuais	Bom A≤5%	Satisfaz bem 5<A<30%	Satisfaz 30≤A<40%	Satisfaz pouco 40≤A<50%	Não satisfaz 50≤A<70%	Péssimo A≥70%
4.7 Inexistência ou deficiência dos sistemas de drenagem de águas pluviais	O sistema de drenagem de águas pluviais apresenta elementos com desgaste no revestimento, corroidos, soltos, partidos	Causas diversas	Aspecto degradado, escorrências e infiltrações, devido aos elementos soltos ou partidos	Diminuição da durabilidade. Possibilidade de ocorrência de infiltração de água a gerar anomalias secundárias diversificadas	Excelente A =0%	Muito bom Apenas situações pontuais	Bom A≤5%	Satisfaz bem 5<A<30%	Satisfaz 30≤A<40%	Satisfaz pouco 40≤A<50%	Não satisfaz 50≤A<70%	Péssimo A≥70%
4.8 Vegetação parasitária na cobertura	Degradação do revestimento de cobertura	Causas diversas	Aspecto degradado	Diminuição da durabilidade e humedecimento	Excelente A =0%	Muito bom Apenas situações pontuais	Bom A≤5%	Satisfaz bem 5<A<30%	Satisfaz 30≤A<40%	Satisfaz pouco 40≤A<50%	Não satisfaz 50≤A<70%	Péssimo A≥70%
5.1 Conservação dos materiais (edifício/ fogo)	Degradação	Falta de durabilidade dos materiais aplicados	Aspecto degradado	Diminuição da durabilidade	Excelente A =0%	Muito bom Apenas situações pontuais	Bom A≤5%	Satisfaz bem 5<A<30%	Satisfaz 30≤A<40%	Satisfaz pouco 40≤A<50%	Não satisfaz 50≤A<70%	Péssimo A≥70%
5.2 Conservação dos elementos construtivos e instalações (edifício/ fogo)	Degradação	Falta de durabilidade dos sistemas e instalações aplicadas	Aspecto degradado e mau funcionamento das instalações	Diminuição da durabilidade	Excelente A =0%	Muito bom Apenas situações pontuais de ligeiras deficiências	Bom P≤5% Sem registo de anomalias nas instalações (redes de água, esgotos, telecomunicações, eléctrica, gás)	Satisfaz bem 5<P< 30% Registo de anomalias em fogos vizinhos já resolvidas (rotura de canalizações)	Satisfaz 30≤P<40% Existem anomalias nas instalações dos fogos vizinhos (roturas e mau funcionamento)	Satisfaz pouco 40≤P<50% Existem anomalias nas instalações dos fogos vizinhos (roturas e mau funcionamento)	Não satisfaz 50≤P<70% Existe mau funcionamento e rotura nas redes no fogo.	Péssimo P≥70% Degradação generalizada das instalações
5.3 Facilidade de manutenção e conservação (envolvete externa construída e partes comuns)	Degradação	Inexistência de sistemas que facilitem as intervenções posteriores à conclusão da obra	Dificuldade de implementação das acções de manutenção	Aspecto degradado e dificuldade de implementação das acções de manutenção	Excelente	Muito bom	Bom	Satisfaz bem	Satisfaz	Satisfaz pouco	Não satisfaz	Péssimo



## ***ANEXO N***

### Matrizes das Entrevistas



Critérios principais	Critérios secundários	Ponderação (dada pelo avaliador) - pi	Ponderação normalizada $w_i = p_i / \text{somatório } p_i$	Pontuação - ci (dada pelo entrevistado)	Classificação final	
					(wi) x (ci)	(wi) x (ci)
1. Estanquidade	1.1 Estanquidade da cobertura à água	10	0,33	9		3,00
	1.2 Estanquidade da fachada à água	10	0,33	8		2,67
	1.3 Estanquidade dos elementos de cerramento dos vãos	10	0,33	5		1,67
	<b>Avaliação total do critério</b>	30	1,00			7,33
2. Condições higrótérmicas interiores	2.1 Conforto térmico Verão	8	0,22	6		1,30
	2.2 Conforto térmico Inverno	9	0,24	5		1,22
	2.3 Sobreaquecimento interior	6	0,16	7		1,14
	2.4 Humidade interior	7	0,19	5		0,95
	2.5 Condensações no interior	7	0,19	5		0,95
3. Condições acústicas	<b>Avaliação total do critério</b>	37	1,00			5,54
	3.1 Ruídos aéreos exteriores	6	0,27	4		1,09
	3.2 Ruídos aéreos entre habitações	8	0,36	4		1,45
	3.3 Ruídos de percussão	8	0,36	4		1,45
4. Aspecto visual da envolvente exterior construída	<b>Avaliação total do critério</b>	22	1			4,00
	4.1 Fissuração dos revestimentos de fachada	7	0,11	7		0,79
	4.2 Descoloração dos revestimentos da fachada	5	0,08	7		0,56
	4.3 Queda e destacamento de revestimentos da fachada	7	0,11	8		0,90
	4.4 Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade no revestimento de fachada	7	0,11	5		0,56
	4.5 Eflorescências	5	0,08	7		0,56
	4.6 Manchas de humidade nas fachadas	7	0,11	8		0,90
	4.7 Vãos envidraçados (vidros partidos, mau funcionamento, peitoris fissurados, porosos, pingadeira inexistente ou incorrectamente executada, vidros partidos)	8	0,13	5		0,65
	4.8 Inexistência/deficiência de funcionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais, elementos do sistema descascados, com corrosão, partidos, em falta	8	0,13	7		0,90
	4.9 Revestimentos da cobertura/sistemas de impermeabilização/rufagem, incorrectamente executados e/ou danificados e/ou com acumulação de sujidade/vegetação	8	0,13	7		0,90
	<b>Avaliação total do critério</b>	62	1,00			6,74
	5.1 Conservação dos materiais (edifício/fogo)	7	0,32	5		1,59
	5.2 Conservação dos elementos construtivos e instalações (edifício/fogo)	8	0,36	5		1,82
	5.3 Facilidade de manutenção e conservação (envolvente externa construída e partes comuns)	7	0,32	5		1,59
	<b>Avaliação total do critério</b>	22	1,00			5,00
<b>Agregação da classificação de cada critério principal num valor global</b>					<b>Classificação final</b> $C_i = (w_i) \times (c_i)$	<b>Classificação global</b> $(W_i) \times (C_i)$
5. Durabilidade e facilidade de manutenção	Estanquidade	10	0,25	7,3		1,83
	Condições higrótérmicas interiores	9	0,23	5,5		1,25
	Condições acústicas	8	0,20	4,0		0,80
	Aspecto visual	6	0,15	6,7		1,01
	Durabilidade	7	0,18	5,0		0,88
<b>Total</b>		40	1,00			5,77



Critérios principais	Critérios secundários	Ponderação (dada pelo avaliador) - pi	Ponderação normalizada wi= pi/somatório pi	Pontuação - ci (dada pelo entrevistado)	Classificação final	
					(wi) x (ci)	(wi) x (ci)
1. Estantidade	1.1 Estantidade da cobertura à água	10	0,33	8		2,67
	1.2 Estantidade da fachada à água	10	0,33	7		2,33
	1.3 Estantidade dos elementos de cerramento dos vãos	10	0,33	5		1,67
	Avaliação total do critério	30	1,00			6,67
2. Aspecto visual da envolvente exterior construída	2.1 Fissuração dos revestimentos de fachada	7	0,11	6		0,68
	2.2 Descoloração dos revestimentos da fachada	5	0,08	9		0,73
	2.3 Queda e destacamento de revestimentos da fachada	7	0,11	8		0,90
	2.4 Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade no revestimento de fachada	7	0,11	8		0,90
	2.5 Eflorescências	5	0,08	9		0,73
	2.6 Manchas de humidade nas fachadas	7	0,11	7		0,79
	2.7 Vãos envidraçados (vidros partidos, mau funcionamento, peitoris fissurados, porosos, pingadeira inexistente ou incorrectamente executada, vidros partidos)	8	0,13	5		0,65
	2.8 Inexistência/deficiência de funcionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais, elementos do sistema descascados, com corrosão, partidos, em falta	8	0,13	7		0,90
	2.9 Revestimentos da cobertura/sistemas de impermeabilização/rufagem, incorrectamente executados e/ou danificados e/ou com acumulação de sujidade/vegetação	8	0,13	8		1,03
	Avaliação total do critério	62	1,00			7,31
	Agregação da classificação de cada critério principal num valor global				Classificação final Ci=(wi) x (ci)	Classificação global (Wi) x (Ci)
	Estantidade	10	0,63	6,7		4,17
	Aspecto visual	6	0,38	7,3		2,74
	Total	16	1,00			6,91





# ***ANEXO 0***

## **Ficha do Edifício**



ID	Município		
12	Santa Maria da Feira		
Empreendimento			
EDINORTE - Paços de Brandão 2 edif - 3 + 4 entradas. Veg.S/Res, S/Est, S/ZI, S/mar			
Ano de construção	Nº de pisos	Nº de fogos	Ano da manutenção preventiva
2001	3	42	0
Trabalhos de manutenção preventiva			
Ano da manutenção reactiva			
2006			
Trabalhos de manutenção reactiva			
No âmbito da recepção definitiva da obra: Reparação de patologias em rev de fachada - colagem de reve cerâmicos destacados - reparação de sistema de impermeabilização nas coberturas, reparação de pinturas interior, colagem azulejos, rep de fissuras			
Tipologia estrutural			
Tipo de cobertura			
Plana			
Tipo de revestimento da cobertura			
cobertura plana invertida com revestimento em godo lavado			
Isolamento térmico da cobertura			
<input checked="" type="checkbox"/>			
Tipo de parede			
Dupla de tijolo 15-11			
Isolamento térmico das paredes			
<input checked="" type="checkbox"/>			
Tipo de revestimento das paredes			
Monomassas e revestimento cerâmico			
Tipo de pintura			
Tipo de caixilharia			
Alumínio termolacado			
Tipo de vidro	Junta de dilatação degradada	Projecto de archit e especialidades	Proj de execução
Simples	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caderno de encargos	Manual de controlo de qualidade	Manual de inspecção e manutenção da edif	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Especificação da VUE	Especificações de durabilidade	Registos de manutenções	Rel de insp anteriores
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Projectos de reab inclui especificações de durabilidade	PSS	Fichas de procedimentos de segurança	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Compilação Técnica	Obras de reab incluem medidas de prev para operações posteriores
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Soluções encontradas a não repetir	
Vãos envidraçados sem capeamento, sem protecção exterior, vãos largos nas salas, janelas não certificadas, rufagem da platibanda à face sem pingadeira, peitoril pedra calcaria com pingadeira a menos de 2 cm do paramento, muitas vezes mesmo à face. O emprego de monomassas deve ser eliminado.	
Principais patologias encontradas	
Humidade, condensações - PTlineares e mais raramente PTPlanas, acústica, térmica, fissuração das monomassas, destacamento dos revestimentos cerâmicos, arestas das monomassas degradadas, desenvolvimento de vegetação parasitária nas monomassas	

## ***ANEXO P***

### Regressão Linear Múltipla Resultados



## Regression

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Descoloração do revestimento de fachadas	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
2	Fissuras em fachadas	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
3	Vãos envidraçados	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
4	Cobertura	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: IA1

**Model Summary<sup>e</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,728 <sup>a</sup>	,531	,521	,972	
2	,824 <sup>b</sup>	,679	,666	,812	
3	,864 <sup>c</sup>	,747	,731	,728	
4	,877 <sup>d</sup>	,769	,750	,703	,916

a. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas

b. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas

c. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados

d. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados, Cobertura

e. Dependent Variable: IA1

# ANOVA<sup>e</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	54,523	1	54,523	57,653	,000 <sup>a</sup>
	Residual	48,231	51	,946		
	Total	102,755	52			
2	Regression	69,761	2	34,881	52,860	,000 <sup>b</sup>
	Residual	32,993	50	,660		
	Total	102,755	52			
3	Regression	76,754	3	25,585	48,216	,000 <sup>c</sup>
	Residual	26,001	49	,531		
	Total	102,755	52			
4	Regression	79,036	4	19,759	39,987	,000 <sup>d</sup>
	Residual	23,718	48	,494		
	Total	102,755	52			

a. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas

b. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas

c. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados

d. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados, Cobertura

e. Dependent Variable: IA1

## Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,637	,427		6,173	,000
	Descoloração do revestimento de fachadas	,520	,068	,728	7,593	,000
2	(Constant)	-,036	,661		-,054	,957
	Descoloração do revestimento de fachadas	,498	,057	,698	8,678	,000
	Fissuras em fachadas	,521	,108	,386	4,805	,000
3	(Constant)	-1,917	,787		-2,435	,019
	Descoloração do revestimento de fachadas	,448	,053	,628	8,411	,000
	Fissuras em fachadas	,547	,098	,406	5,613	,000
	Vãos envidraçados	,427	,118	,270	3,630	,001
4	(Constant)	-2,443	,798		-3,061	,004
	Descoloração do revestimento de fachadas	,405	,055	,568	7,349	,000
	Fissuras em fachadas	,501	,097	,371	5,187	,000
	Vãos envidraçados	,417	,113	,264	3,676	,001
	Cobertura	,171	,080	,166	2,149	,037

a. Dependent Variable: IA1



**Excluded Variables<sup>e</sup>**

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
1	Fissuras em fachadas	,386 <sup>a</sup>	4,805	,000	,562	,994
	Queda e destacamento	,104 <sup>a</sup>	1,009	,318	,141	,871
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	-,214 <sup>a</sup>	-1,744	,087	-,239	,589
	Eflorescências	-,028 <sup>a</sup>	-,284	,778	-,040	,993
	Vãos envidraçados	,239 <sup>a</sup>	2,541	,014	,338	,936
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,237 <sup>a</sup>	1,982	,053	,270	,611
	Manchas de humidade em fachadas	,196 <sup>a</sup>	1,868	,068	,255	,797
	Cobertura	,261 <sup>a</sup>	2,650	,011	,351	,850
2	Queda e destacamento	,013 <sup>b</sup>	,148	,883	,021	,828
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	-,220 <sup>b</sup>	-2,180	,034	-,297	,589
	Eflorescências	-,082 <sup>b</sup>	-1,005	,320	-,142	,975
	Vãos envidraçados	,270 <sup>b</sup>	3,630	,001	,460	,931
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,261 <sup>b</sup>	2,696	,010	,359	,609
	Manchas de humidade em fachadas	,124 <sup>b</sup>	1,370	,177	,192	,772
	Cobertura	,177 <sup>b</sup>	2,047	,046	,281	,808
3	Queda e destacamento	-,012 <sup>c</sup>	-,155	,877	-,022	,822
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	-,071 <sup>c</sup>	-,661	,512	-,095	,450
	Eflorescências	-,037 <sup>c</sup>	-,497	,621	-,072	,946
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,168 <sup>c</sup>	1,751	,086	,245	,541
	Manchas de humidade em fachadas	,116 <sup>c</sup>	1,431	,159	,202	,772
	Cobertura	,166 <sup>c</sup>	2,149	,037	,296	,807
4	Queda e destacamento	-,009 <sup>d</sup>	-,120	,905	-,018	,821
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	,015 <sup>d</sup>	,129	,898	,019	,386
	Eflorescências	-,028 <sup>d</sup>	-,392	,697	-,057	,942
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,159 <sup>d</sup>	1,723	,091	,244	,540
	Manchas de humidade em fachadas	,085 <sup>d</sup>	1,063	,293	,153	,741

a. Predictors in the Model: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas

b. Predictors in the Model: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas

c. Predictors in the Model: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados

d. Predictors in the Model: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados, Cobertura

e. Dependent Variable: IA1

### Residuals Statistics<sup>a</sup>

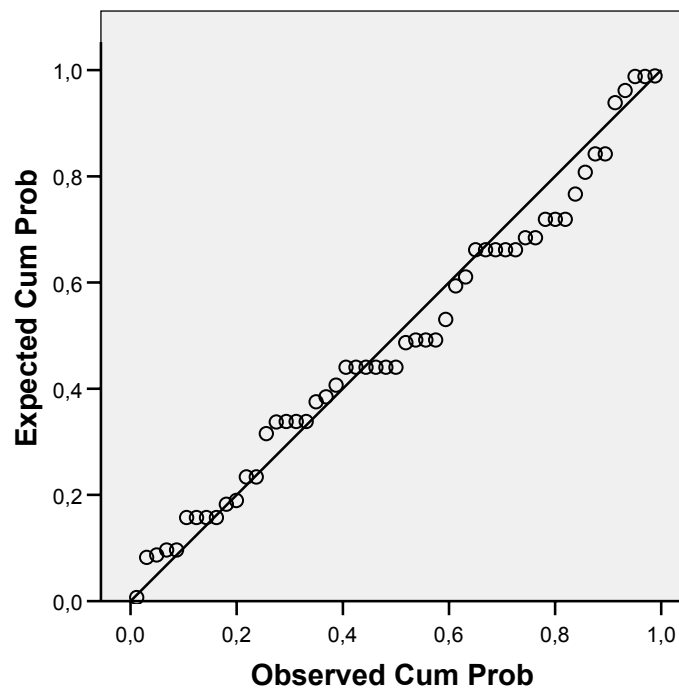
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	4,01	9,17	5,72	1,233	53
Std. Predicted Value	-1,381	2,797	,000	1,000	53
Standard Error of Predicted Value	,123	,483	,204	,072	53
Adjusted Predicted Value	4,02	9,23	5,73	1,227	53
Residual	-1,738	1,611	,000	,675	53
Std. Residual	-2,473	2,292	,000	,961	53
Stud. Residual	-2,625	2,381	-,006	1,012	53
Deleted Residual	-1,959	1,739	-,008	,752	53
Stud. Deleted Residual	-2,807	2,509	-,003	1,041	53
Mahal. Distance	,602	23,598	3,925	4,089	53
Cook's Distance	,000	,180	,024	,043	53
Centered Leverage Value	,012	,454	,075	,079	53

a. Dependent Variable: IA1

## Charts

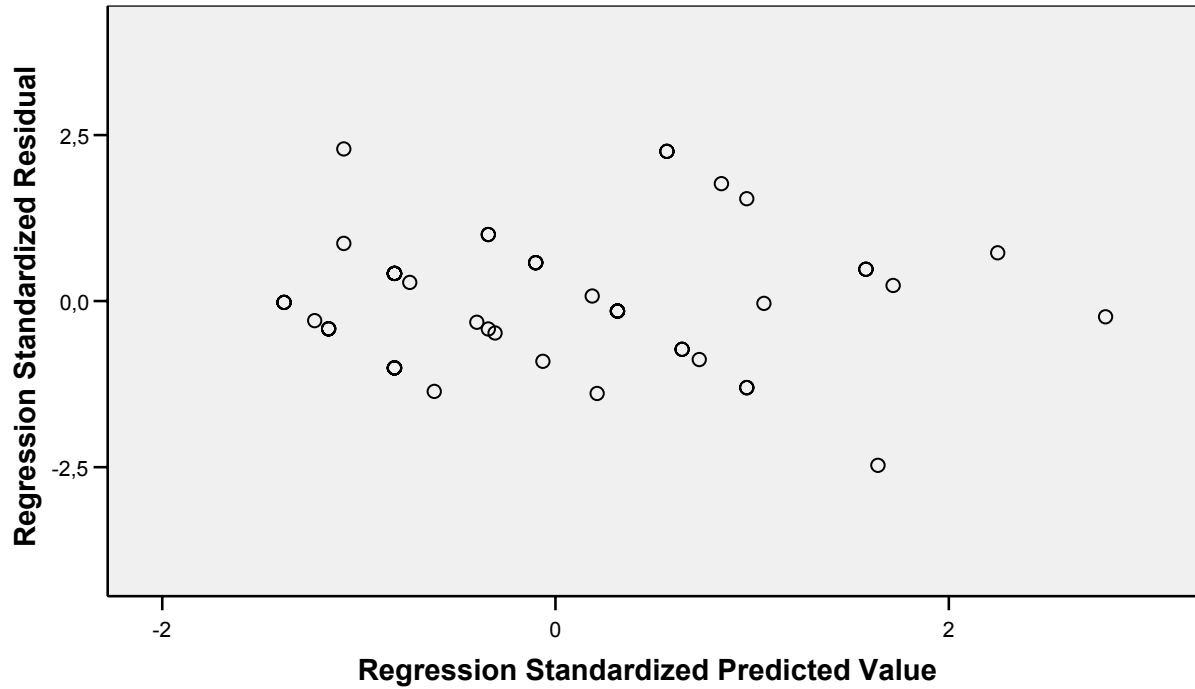
### Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable: IA1



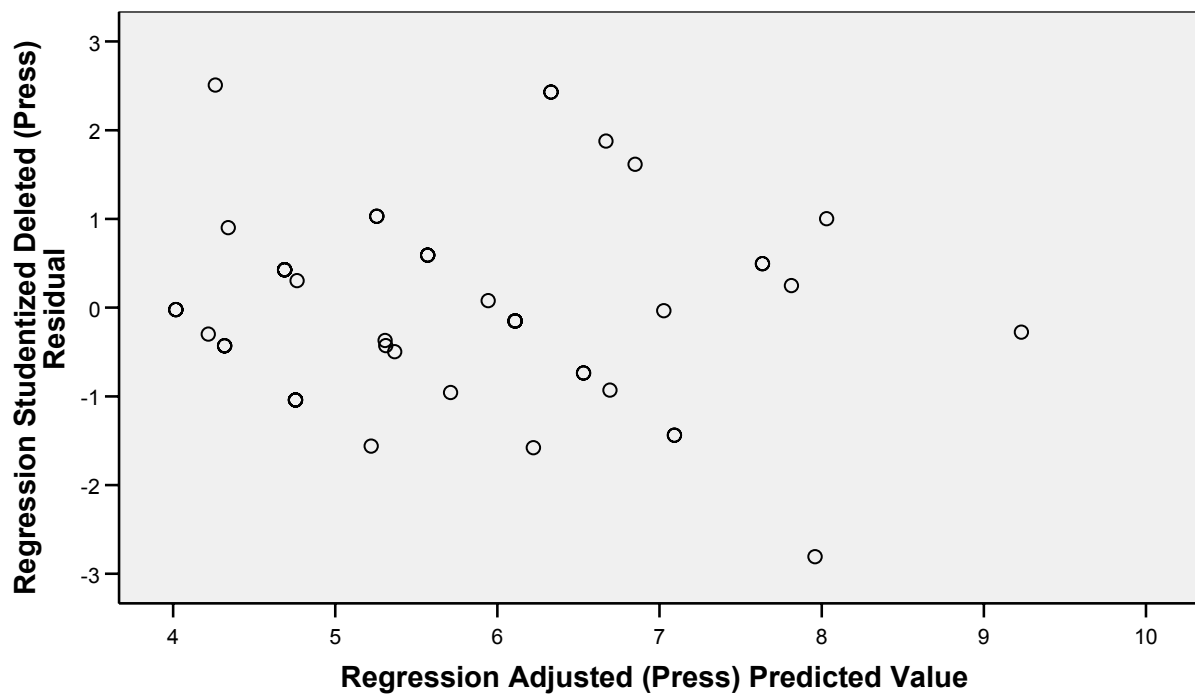
### Scatterplot

Dependent Variable: IA1



### Scatterplot

Dependent Variable: IA1



## Regression

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Descoloração do revestimento de fachadas	.	Forward (Criterion: Probability -of- F-to-enter <= ,050)
2	Fissuras em fachadas	.	Forward (Criterion: Probability -of- F-to-enter <= ,050)
3	Vãos envidraçados	.	Forward (Criterion: Probability -of- F-to-enter <= ,050)
4	Cobertura	.	Forward (Criterion: Probability -of- F-to-enter <= ,050)

a. Dependent Variable: IA1

**Model Summary<sup>e</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,728 <sup>a</sup>	,531	,521	,972	
2	,824 <sup>b</sup>	,679	,666	,812	
3	,864 <sup>c</sup>	,747	,731	,728	
4	,877 <sup>d</sup>	,769	,750	,703	,916

a. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas

b. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas

c. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados

d. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados, Cobertura

e. Dependent Variable: IA1

# ANOVA<sup>e</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	54,523	1	54,523	57,653	,000 <sup>a</sup>
	Residual	48,231	51	,946		
	Total	102,755	52			
2	Regression	69,761	2	34,881	52,860	,000 <sup>b</sup>
	Residual	32,993	50	,660		
	Total	102,755	52			
3	Regression	76,754	3	25,585	48,216	,000 <sup>c</sup>
	Residual	26,001	49	,531		
	Total	102,755	52			
4	Regression	79,036	4	19,759	39,987	,000 <sup>d</sup>
	Residual	23,718	48	,494		
	Total	102,755	52			

a. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas

b. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas

c. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados

d. Predictors: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados, Cobertura

e. Dependent Variable: IA1

## Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,637	,427		6,173	,000
	Descoloração do revestimento de fachadas	,520	,068	,728	7,593	,000
2	(Constant)	-,036	,661		-,054	,957
	Descoloração do revestimento de fachadas	,498	,057	,698	8,678	,000
	Fissuras em fachadas	,521	,108	,386	4,805	,000
3	(Constant)	-1,917	,787		-2,435	,019
	Descoloração do revestimento de fachadas	,448	,053	,628	8,411	,000
	Fissuras em fachadas	,547	,098	,406	5,613	,000
	Vãos envidraçados	,427	,118	,270	3,630	,001
4	(Constant)	-2,443	,798		-3,061	,004
	Descoloração do revestimento de fachadas	,405	,055	,568	7,349	,000
	Fissuras em fachadas	,501	,097	,371	5,187	,000
	Vãos envidraçados	,417	,113	,264	3,676	,001
	Cobertura	,171	,080	,166	2,149	,037

a. Dependent Variable: IA1

### Excluded Variables<sup>e</sup>

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
1	Fissuras em fachadas	,386 <sup>a</sup>	4,805	,000	,562	,994
	Queda e destacamento	,104 <sup>a</sup>	1,009	,318	,141	,871
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	-,214 <sup>a</sup>	-1,744	,087	-,239	,589
	Eflorescências	-,028 <sup>a</sup>	-,284	,778	-,040	,993
	Vãos envidraçados	,239 <sup>a</sup>	2,541	,014	,338	,936
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,237 <sup>a</sup>	1,982	,053	,270	,611
	Manchas de humidade em fachadas	,196 <sup>a</sup>	1,868	,068	,255	,797
	Cobertura	,261 <sup>a</sup>	2,650	,011	,351	,850
2	Queda e destacamento	,013 <sup>b</sup>	,148	,883	,021	,828
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	-,220 <sup>b</sup>	-2,180	,034	-,297	,589
	Eflorescências	-,082 <sup>b</sup>	-1,005	,320	-,142	,975
	Vãos envidraçados	,270 <sup>b</sup>	3,630	,001	,460	,931
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,261 <sup>b</sup>	2,696	,010	,359	,609
	Manchas de humidade em fachadas	,124 <sup>b</sup>	1,370	,177	,192	,772
	Cobertura	,177 <sup>b</sup>	2,047	,046	,281	,808
3	Queda e destacamento	-,012 <sup>c</sup>	-,155	,877	-,022	,822
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	-,071 <sup>c</sup>	-,661	,512	-,095	,450
	Eflorescências	-,037 <sup>c</sup>	-,497	,621	-,072	,946
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,168 <sup>c</sup>	1,751	,086	,245	,541
	Manchas de humidade em fachadas	,116 <sup>c</sup>	1,431	,159	,202	,772
	Cobertura	,166 <sup>c</sup>	2,149	,037	,296	,807
4	Queda e destacamento	-,009 <sup>d</sup>	-,120	,905	-,018	,821
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	,015 <sup>d</sup>	,129	,898	,019	,386
	Eflorescências	-,028 <sup>d</sup>	-,392	,697	-,057	,942
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,159 <sup>d</sup>	1,723	,091	,244	,540
	Manchas de humidade em fachadas	,085 <sup>d</sup>	1,063	,293	,153	,741

a. Predictors in the Model: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas

b. Predictors in the Model: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas

c. Predictors in the Model: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados

d. Predictors in the Model: (Constant), Descoloração do revestimento de fachadas, Fissuras em fachadas, Vãos envidraçados, Cobertura

e. Dependent Variable: IA1

### Residuals Statistics<sup>a</sup>

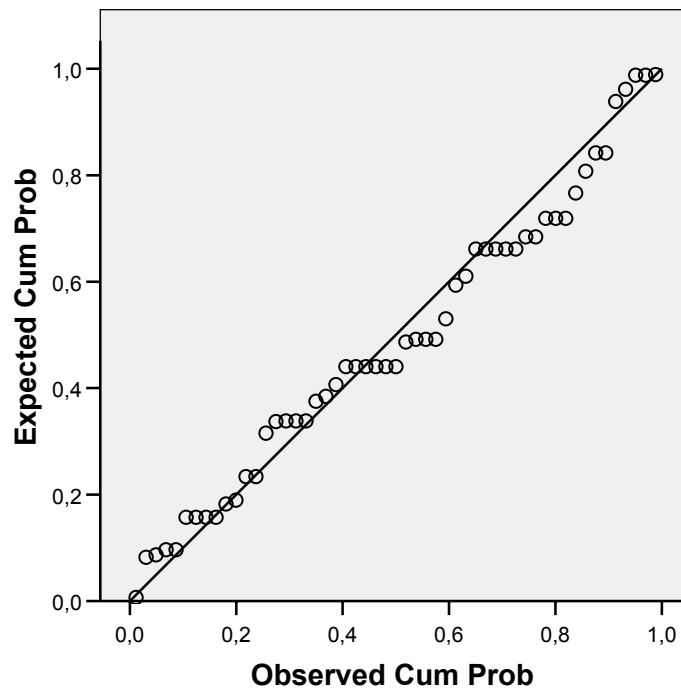
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	4,01	9,17	5,72	1,233	53
Std. Predicted Value	-1,381	2,797	,000	1,000	53
Standard Error of Predicted Value	,123	,483	,204	,072	53
Adjusted Predicted Value	4,02	9,23	5,73	1,227	53
Residual	-1,738	1,611	,000	,675	53
Std. Residual	-2,473	2,292	,000	,961	53
Stud. Residual	-2,625	2,381	-,006	1,012	53
Deleted Residual	-1,959	1,739	-,008	,752	53
Stud. Deleted Residual	-2,807	2,509	-,003	1,041	53
Mahal. Distance	,602	23,598	3,925	4,089	53
Cook's Distance	,000	,180	,024	,043	53
Centered Leverage Value	,012	,454	,075	,079	53

a. Dependent Variable: IA1

## Charts

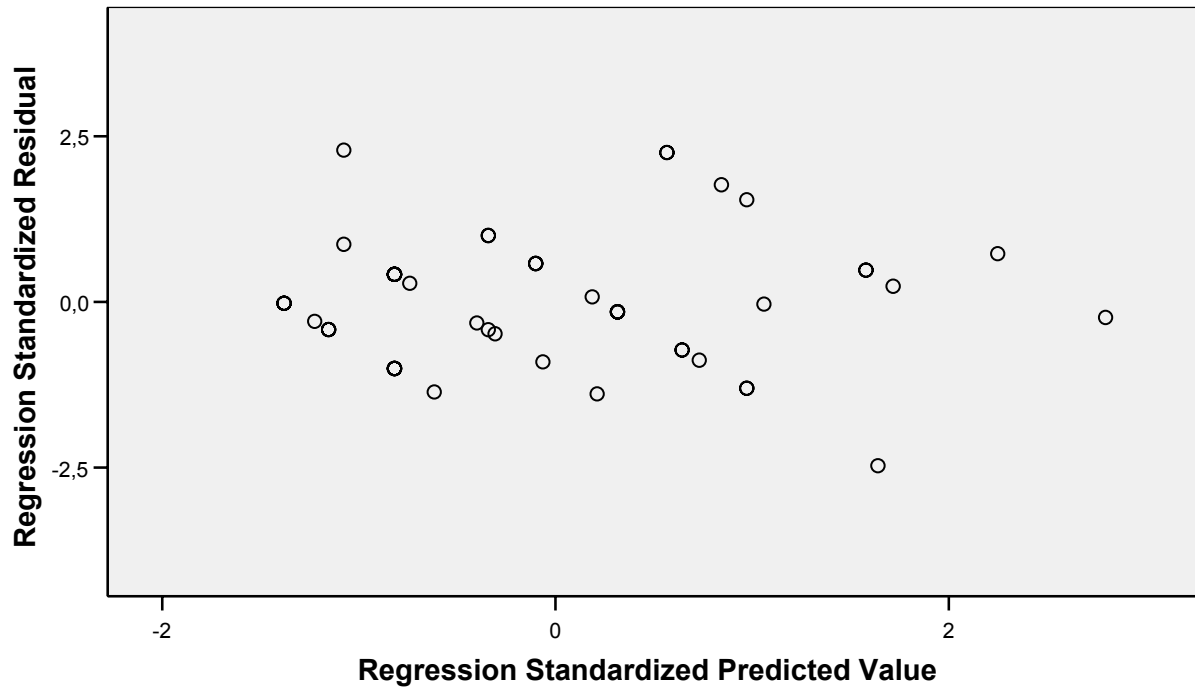
### Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable: IA1



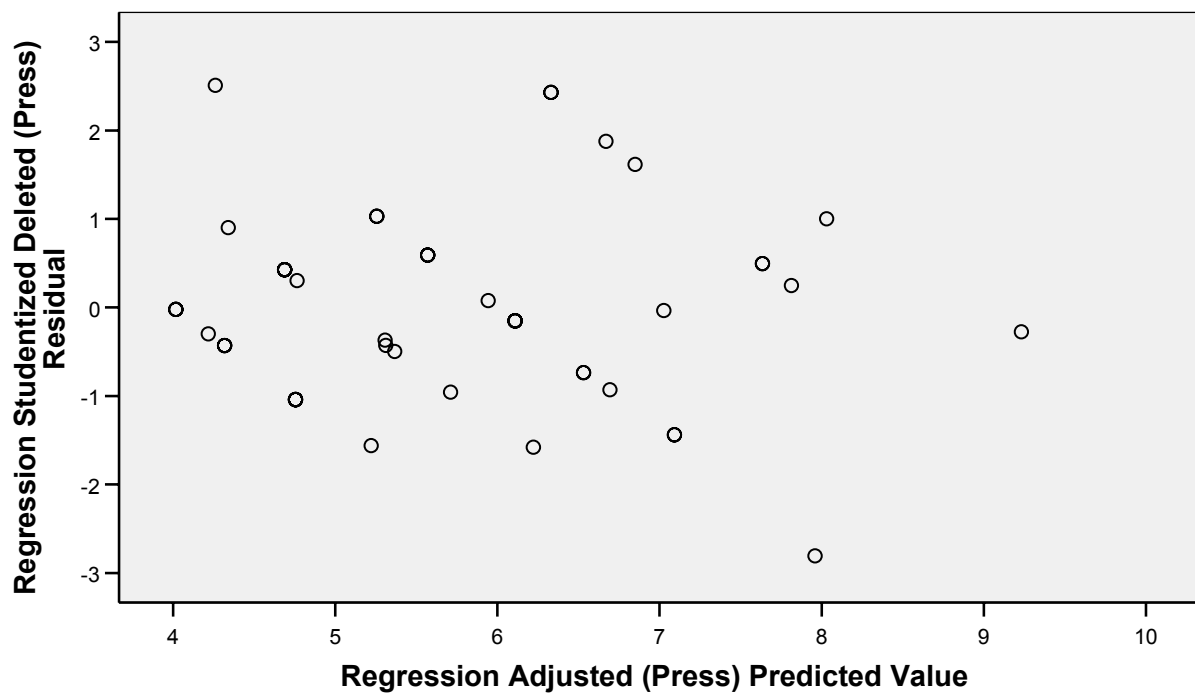
### Scatterplot

Dependent Variable: IA1



### Scatterplot

Dependent Variable: IA1





## Regression

**Variables Entered/Removed<sup>b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Cobertura, Eflorescências, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Queda e destacamento, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais, Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade		Enter
2		Eflorescências	Backward (criterion: Probability of F-to-remove $\geq$ ,100).
3		Queda e destacamento	Backward (criterion: Probability of F-to-remove $\geq$ ,100).
4		Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	Backward (criterion: Probability of F-to-remove $\geq$ ,100).
5		Manchas de humidade em fachadas	Backward (criterion: Probability of F-to-remove $\geq$ ,100).

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: IA1

### Model Summary<sup>f</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,892 <sup>a</sup>	,796	,753	,699	
2	,892 <sup>b</sup>	,796	,758	,691	
3	,889 <sup>c</sup>	,790	,757	,692	
4	,887 <sup>d</sup>	,787	,759	,690	
5	,885 <sup>e</sup>	,783	,760	,689	

- a. Predictors: (Constant), Cobertura, Eflorescências, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Queda e destacamento, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais, Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade
- b. Predictors: (Constant), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Queda e destacamento, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais, Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade
- c. Predictors: (Constant), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais, Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade
- d. Predictors: (Constant), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais
- e. Predictors: (Constant), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais
- f. Dependent Variable: IA1

### ANOVA<sup>f</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	81,768	9	9,085	18,615	,000 <sup>a</sup>
	Residual	20,987	43	,488		
	Total	102,755	52			
2	Regression	81,756	8	10,219	21,413	,000 <sup>b</sup>
	Residual	20,999	44	,477		
	Total	102,755	52			
3	Regression	81,190	7	11,599	24,203	,000 <sup>c</sup>
	Residual	21,565	45	,479		
	Total	102,755	52			
4	Regression	80,884	6	13,481	28,353	,000 <sup>d</sup>
	Residual	21,871	46	,475		
	Total	102,755	52			
5	Regression	80,446	5	16,089	33,897	,000 <sup>e</sup>
	Residual	22,308	47	,475		
	Total	102,755	52			

- a. Predictors: (Constant), Cobertura, Eflorescências, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Queda e destacamento, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais, Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade
- b. Predictors: (Constant), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Queda e destacamento, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais, Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade
- c. Predictors: (Constant), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais, Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade
- d. Predictors: (Constant), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais
- e. Predictors: (Constant), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais
- f. Dependent Variable: IA1

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-2,449	1,701		-1,440	,157
	Fissuras em fachadas	,514	,100	,381	5,138	,000
	Descoloração do revestimento de fachadas	,227	,119	,318	1,900	,064
	Queda e destacamento	-,201	,204	-,087	-,987	,329
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	,131	,136	,153	,966	,340
	Eflorescências	-,031	,202	-,016	-,156	,877
	Vãos envidraçados	,419	,137	,266	3,050	,004
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,202	,099	,219	2,029	,049
	Manchas de humidade em fachadas	,100	,091	,092	1,095	,279
	Cobertura	,186	,091	,181	2,054	,046
2	(Constant)	-2,569	1,499		-1,713	,094
	Fissuras em fachadas	,513	,099	,380	5,204	,000
	Descoloração do revestimento de fachadas	,234	,110	,327	2,127	,039
	Queda e destacamento	-,211	,193	-,091	-1,089	,282
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	,118	,106	,138	1,118	,270
	Vãos envidraçados	,414	,132	,262	3,135	,003
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,204	,097	,221	2,089	,043
	Manchas de humidade em fachadas	,103	,088	,095	1,175	,246
	Cobertura	,182	,086	,177	2,123	,039
3	(Constant)	-3,574	1,184		-3,019	,004
	Fissuras em fachadas	,489	,096	,362	5,079	,000
	Descoloração do revestimento de fachadas	,259	,108	,363	2,412	,020
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	,080	,100	,093	,799	,428
	Vãos envidraçados	,394	,131	,250	3,009	,004
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,163	,090	,177	1,807	,077
	Manchas de humidade em fachadas	,090	,087	,082	1,028	,309
	Cobertura	,175	,086	,170	2,042	,047
4	(Constant)	-2,922	,855		-3,418	,001
	Fissuras em fachadas	,494	,096	,366	5,164	,000
	Descoloração do revestimento de fachadas	,326	,067	,457	4,842	,000
	Vãos envidraçados	,350	,118	,222	2,961	,005
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,141	,086	,153	1,648	,106
	Manchas de humidade em fachadas	,083	,086	,076	,959	,342
	Cobertura	,150	,080	,146	1,888	,065

### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
5	(Constant)	-2,605	,788		-3,307	,002
	Fissuras em fachadas	,506	,095	,375	5,347	,000
	Descoloração do revestimento de fachadas	,343	,065	,481	5,288	,000
	Vãos envidraçados	,349	,118	,221	2,959	,005
	Sistema de drenagem de águas pluviais	,147	,085	,159	1,723	,091
	Cobertura	,165	,078	,160	2,119	,039

a. Dependent Variable: IA1

### Excluded Variables<sup>e</sup>

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
2	Eflorescências	-,016 <sup>a</sup>	-,156	,877	-,024	,435
3	Eflorescências	-,046 <sup>b</sup>	-,459	,649	-,069	,474
	Queda e destacamento	-,091 <sup>b</sup>	-1,089	,282	-,162	,660
4	Eflorescências	,014 <sup>c</sup>	,189	,851	,028	,856
	Queda e destacamento	-,060 <sup>c</sup>	-,758	,452	-,112	,742
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	,093 <sup>c</sup>	,799	,428	,118	,345
5	Eflorescências	,000 <sup>d</sup>	-,005	,996	-,001	,892
	Queda e destacamento	-,052 <sup>d</sup>	-,655	,516	-,096	,751
	Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade	,081 <sup>d</sup>	,703	,486	,103	,348
	Manchas de humidade em fachadas	,076 <sup>d</sup>	,959	,342	,140	,737

a. Predictors in the Model: (Constant), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Queda e destacamento, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais, Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade

b. Predictors in the Model: (Constant), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais, Manchas escuras devido ao desenvolvimento de microrganismos e fixação de sujidade

c. Predictors in the Model: (Constant), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Manchas de humidade em fachadas, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais

d. Predictors in the Model: (Constant), Cobertura, Vãos envidraçados, Fissuras em fachadas, Descoloração do revestimento de fachadas, Sistema de drenagem de águas pluviais

e. Dependent Variable: IA1

### Residuals Statistics<sup>a</sup>

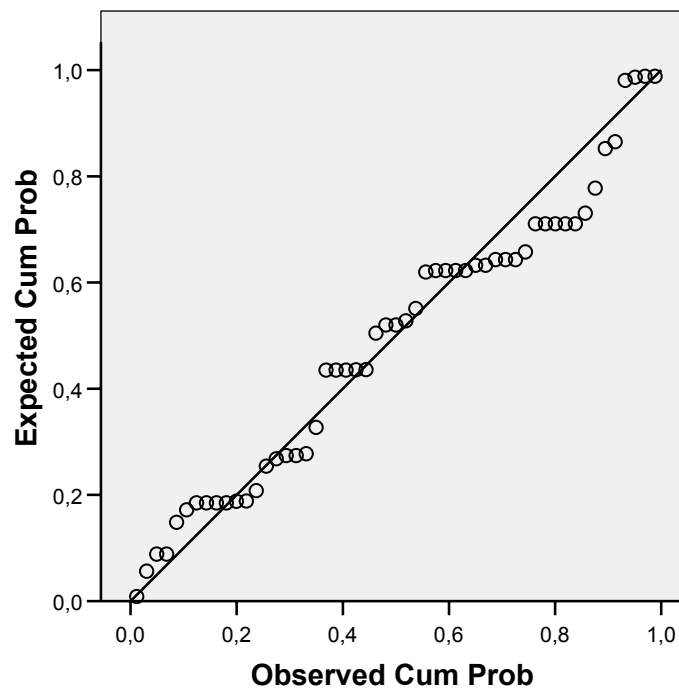
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	3,78	8,99	5,72	1,244	53
Std. Predicted Value	-1,553	2,633	,000	1,000	53
Standard Error of Predicted Value	,120	,474	,221	,072	53
Adjusted Predicted Value	3,74	8,99	5,72	1,236	53
Residual	-1,638	1,560	,000	,655	53
Std. Residual	-2,378	2,265	,000	,951	53
Stud. Residual	-2,535	2,359	-,003	1,012	53
Deleted Residual	-1,861	1,734	-,004	,745	53
Stud. Deleted Residual	-2,699	2,486	,000	1,042	53
Mahal. Distance	,603	23,606	4,906	4,256	53
Cook's Distance	,000	,166	,024	,041	53
Centered Leverage Value	,012	,454	,094	,082	53

a. Dependent Variable: IA1

## Charts

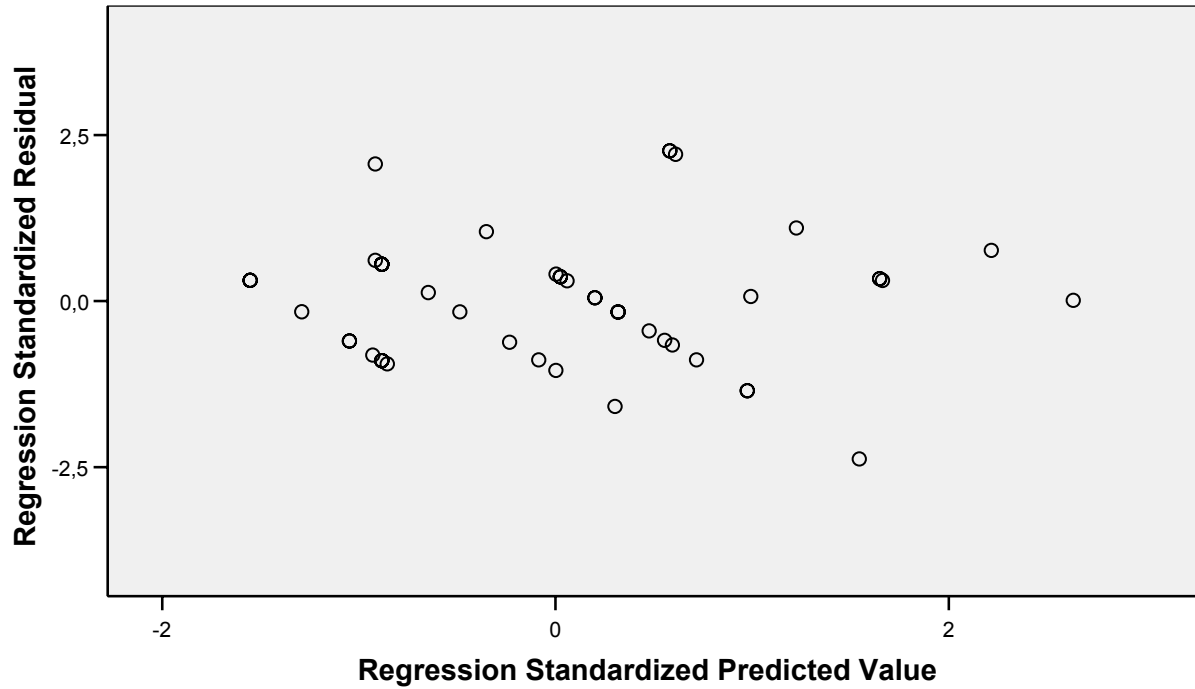
### Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable: IA1



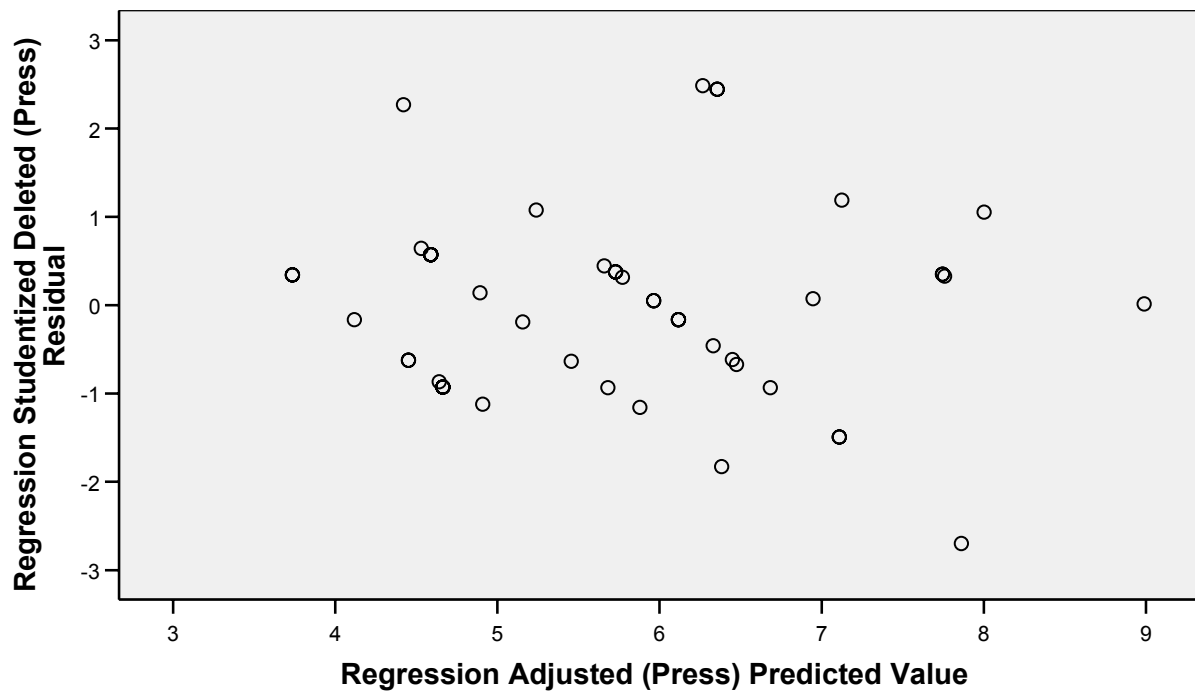
### Scatterplot

Dependent Variable: IA1



### Scatterplot

Dependent Variable: IA1



# ***ANEXO Q***

Análise Discriminante  
Resultados





## ANEXO Q. VALIDAÇÃO DA ANÁLISE DISCRIMINANTE

A validação da análise discriminante obtém-se pela comparação entre os valores previstos pelas funções discriminantes e os valores efectivos da variável categórica. Nesta validação efectuada através do SPSS, efectua-se a comparação dos valores criados na nova variável com os valores da variável categórica através da tabela representada na Figura S.1. Verifica-se assim, que 13 dos 53 edifícios analisados, obtiveram uma classificação diferente através da análise discriminante.

Através dos coeficientes canónicos estandardizados da função discriminante, verifica-se que, as variáveis originais X1 - fissuras em fachadas, X2 - descoloração do revestimento de fachadas e X6 - vãos envidraçados, são aquelas cujos coeficientes são maiores na função discriminante 1, logo, com maior contribuição na discriminação entre os grupos. Através da análise da classificação original de cada uma das variáveis verifica-se que, a análise discriminante agrupa no grupo IA=4 todos os edifícios cuja graduação nestas 3 variáveis esteja compreendida entre 3 e 5 (inclusive), e em que o perfil de graduação das nove variáveis seja próximo do perfil médio do grupo (Quadro S.1), obtido dos resultados da análise discriminante.

Quadro S.1 - Perfis médios por grupo de IA

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>
IA=4	4,50	4,50	7,75	6,00	8,33	4,50	4,58	6,50	5,25
IA=5	5,42	4,58	8,33	6,50	8,75	4,50	5,33	6,83	5,92
IA=6	5,63	6,37	8,00	6,37	7,89	4,79	6,26	7,89	6,58
IA=7	6,00	7,00	8,00	7,00	8,00	5,00	6,00	7,00	9,00
IA=8	5,57	8,43	8,43	8,00	8,57	5,00	7,29	8,00	7,29
IA=9	7,00	9,00	9,00	7,50	9,00	7,00	7,50	9,00	7,00
Global	5,38	5,92	8,11	6,58	8,32	4,77	5,85	7,38	6,28

Assim, o edifício Milheirós 1, passou de uma classificação 6, obtida pelo método de agregação não ponderado, para uma classificação 4 (Figura S.1), através da análise discriminante, apesar da tabela das funções de classificação manterem a sua classificação em 6. Porém, como a graduação das variáveis com maior peso discriminante têm uma graduação muito baixa a análise discriminante agrupa-o no IA=4.

Quadro S.2 - Função de classificação - Milheiros 1

	Função 1	Função 2	Função 3	Função 4	Função 5	Função 6
	IA=4	IA=5	IA=6	IA=7	IA=8	IA=9
Xi	C1	C2	C3	C4	C5	C6
5	47,005	55,815	67,990	74,815	73,050	93,750
3	2,178	0,039	4,959	2,820	7,728	12,948
7	107,394	111,853	92,176	90,419	90,916	91,168
3	-2,691	0,420	1,332	8,334	2,088	0,381
7	156,177	155,778	137,732	117,530	145,495	160,153
5	83,420	89,220	95,63	105,565	101,500	129,945
6	13,026	19,272	22,980	24,234	26,340	24,804
7	42,686	44,415	50,113	41,916	50,155	60,655
6	12,234	17,364	20,928	37,962	24,360	20,952
	-241,674	-275,096	-273,863	-295,024	-310,369	-408,041
Resultado	219,755	219,08	219,977	208,571	211,263	186,715

No grupo IA=5, há três edifícios que sobem de 4 para 5, porque a graduação das fissuras é 6 o que eleva a graduação global pela análise discriminante. Um edifício baixa de 6 para 5, porque a graduação dos vãos igual a 5 desce a graduação global do edifício, o mesmo acontecendo ao edifício que passa de 8 para 5. Neste caso, o método não é correcto dado que uma única variável, por ser discriminante, coloca-o num grupo com uma classificação muito mais baixa quando pelas funções de classificação, mantém a mesma classificação.

No grupo IA=6, há dois edifícios classificados com IA=8 que são agrupados pela análise discriminante no grupo IA=6, porque apesar de terem uma graduação de 8 na descoloração, apresentam uma graduação de 5 nas fissuras e na degradação dos vãos.

No grupo IA=7, há dois edifícios classificados com IA=6 que são agrupados pela análise discriminante no grupo IA=7. No caso de Oleiros 2, a função de classificação atribui-lhe o IA=7, mas para Guizande mantém-lhe o IA=6, não havendo sequer qualquer uma das variáveis discriminantes com valor superior a 6.

No grupo IA=8, há três edifícios classificados com IA=6 que são agrupados pela análise discriminante neste grupo, porque a variável descoloração tem uma graduação de 9 que eleva a avaliação global. Este agrupamento é confirmado pela função de classificação para os edifícios de Estarreja, mas já mantém os de Oliveira na classificação 6.

			Índice de Avaliação dos Edifícios						Total
			Situação inaceitável. Intervenção prioritária. Reabilitação excepcional.	Aceitável com necessidade de se proceder a acções de reabilitação profunda.	Aceitável, com necessidade de se proceder a acções de reabilitação moderada.	Aceitável com necessidade de se proceder a acções de reabilitação ligeira.	Boa com alguma reserva. Acções de limpeza, manutenção dos elementos que apresentam indícios de degradação.	Boa sem reservas. Acções de limpeza e manutenção corrente.	
Predicted Group for Analysis 1									
Situação inaceitável. Intervenção prioritária. Reabilitação excepcional.	Edifícios	Arrifana 1	1		0				1
		B34,36	1		0				1
		Esmoriz I- 2	1		0				1
		Esmoriz I- 3	1		0				1
		Esmoriz I-1	1		0				1
		Milheirós 1	0		1				1
		Mozelos 1	1		0				1
		Mozelos 2	1		0				1
		Sant B27,29,31	1		0				1
		Sever	1		0				1
	Total		9		1				10
Aceitável com necessidade de se proceder a acções de reabilitação profunda.	Edifícios	B28,30,32	1	0	0				1
		B6,8	0	1	0				1
		Canedo	0	0	1				1
		Fiães Souto	0	1	0				1
		Mealhada	0	1	0				1
		Milheirós 2	0	1	0				1
		Riomeão	0	1	0				1
		S. Miguel 1	0	1	0				1
		S. Miguel 2	0	1	0				1
		Sant B 21, 25	1	0	0				1
		Sant B1,3,7	0	1	0				1
		Sant B17	1	0	0				1
		Sant B26	0	1	0				1
		Sant B33,35	0	1	0				1
		Sant B9	0	1	0				1
		Vagos B	0	1	0				1
		VagosA	0	1	0				1
	Total		3	13	1				17
Aceitável, com necessidade de se proceder a acções de reabilitação moderada.	Edifícios	Arrifana 2			1		0		1
		Caldas			1		0		1
		Escapães			1		0		1
		Esmoriz II-1			0		1		1
		Esmoriz II-2			0		1		1
		Ferradal 1			1		0		1
		Ferradal 2			1		0		1
		Ferradal 3			1		0		1
		Lobão 2			1		0		1
		Paços 1			1		0		1
		Paços 2			1		0		1
		Saboga 1			1		0		1
		Saboga 2			1		0		1
		Saboga 3			1		0		1
	Total				12		2		14
Aceitável com necessidade de se proceder a acções de reabilitação ligeira.	Edifícios	Guizande			1	0			1
		Oleiros 1			0	1			1
		Oleiros 2			1	0			1
	Total				2	1			3
Boa com alguma reserva. Acções de limpeza, manutenção dos elementos que apresentam indícios de degradação.	Edifícios	Est B234 236			1		0		1
		Est B238			1		0		1
		Lobão 1			0		1		1
		Lourosa 1			0		1		1
		Lourosa 2			0		1		1
		Oliveira			1		0		1
		S. João Ver			0		1		1
	Total				3		4		7
Boa sem reservas. Acções de limpeza e manutenção corrente.	Edifícios	Balteiro						1	1
		Caião						1	1
	Total							2	2

Figura S.1 - Edifícios / Índice de Avaliação dos Edifícios / Grupos Previstos pela Análise

## ***ANEXO R***

Estimativa de Custos  
Resultados



## Sem aumento do nível de qualidade inicial

Edifício	ATEE (m <sup>2</sup> )	IA1	IA2	Custo			Custo			Custo			Cc máx
				Médio	Custo/m <sup>2</sup>	Cc méd	Mínimo	Custo/m <sup>2</sup>	Cc mín	Máximo	Custo/m <sup>2</sup>	Cc máx	
1 Canedo	2937,8	6	6	75.407,65 €	25,67 €	0,04074	46.351,72 €	15,78 €	0,02504	102.583,40 €	34,92 €	0,05543	
2 Lobão1	2315,2	8	7	53.336,42 €	23,04 €	0,03657	32.590,80 €	14,08 €	0,02234	69.705,16 €	30,11 €	0,04779	
3 Lobão2	2315,2	6	7	56.612,26 €	24,45 €	0,03881	35.241,77 €	15,22 €	0,02416	73.997,67 €	31,96 €	0,05073	
4 Caldas de S Jorge	2937,8	6	6	80.074,77 €	27,26 €	0,04326	49.522,41 €	16,86 €	0,02676	109.943,52 €	37,42 €	0,05940	
5 Guisande	2315,2	6	6	61.640,01 €	26,62 €	0,04226	37.814,90 €	16,33 €	0,02593	84.501,49 €	36,50 €	0,05793	
6 Paços 1	2315,2	6	6	65.603,24 €	28,34 €	0,04498	41.095,23 €	17,75 €	0,02817	89.470,31 €	38,64 €	0,06134	
5 Paços 2	2937,8	6	6	79.936,85 €	27,21 €	0,04319	49.395,82 €	16,81 €	0,02669	109.242,84 €	37,19 €	0,05902	
8 Lourosa Cadinha 1	1692,6	8	7	37.297,37 €	22,04 €	0,03498	22.343,84 €	13,20 €	0,02095	48.556,10 €	28,69 €	0,04554	
9 Lourosa Cadinha 2	1692,6	8	7	38.273,68 €	22,61 €	0,03589	23.112,36 €	13,65 €	0,02167	49.770,19 €	29,40 €	0,04667	
10 Escapães	2937,8	6	6	81.356,87 €	27,69 €	0,04396	50.856,55 €	17,31 €	0,02748	111.876,17 €	38,08 €	0,06045	
11 Milheirós1	2315,2	6	6	63.374,05 €	27,37 €	0,04345	39.837,74 €	17,21 €	0,02731	86.415,31 €	37,33 €	0,05925	
12 Milheirós 2	1692,6	5	6	44.289,35 €	26,17 €	0,04153	27.341,33 €	16,15 €	0,02564	60.439,61 €	35,71 €	0,05668	
13 Arrifana 1	1692,6	4	6	45.341,83 €	26,79 €	0,04252	28.180,78 €	16,65 €	0,02643	61.746,66 €	36,48 €	0,05791	
14 Arrifana 2	1692,6	6	6	43.686,93 €	25,81 €	0,04097	26.834,06 €	15,85 €	0,02516	59.290,38 €	35,03 €	0,05560	
15 S João de Ver	2315,2	8	8	52.979,08 €	22,88 €	0,03632	32.320,19 €	13,96 €	0,02216	68.753,28 €	29,70 €	0,04714	
16 Mozelos 1	1692,6	4	6	45.680,65 €	26,99 €	0,04284	28.157,38 €	16,64 €	0,02641	62.909,99 €	37,17 €	0,05900	
17 Mozelos 2	1692,6	4	6	45.680,65 €	26,99 €	0,04284	28.157,38 €	16,64 €	0,02641	62.909,99 €	37,17 €	0,05900	
18 S Paio Oleiros 1	1692,6	7	8	40.451,79 €	23,90 €	0,03794	24.868,61 €	14,69 €	0,02332	53.120,40 €	31,38 €	0,04982	
19 S Paio Oleiros 2	2315,2	6	8	56.382,45 €	24,35 €	0,03866	35.022,33 €	15,13 €	0,02401	73.403,85 €	31,71 €	0,05033	
20 S Miguel Souto 1	2315,2	5	6	60.709,75 €	26,22 €	0,04162	37.620,26 €	16,25 €	0,02579	82.730,48 €	35,73 €	0,05672	
21 S Miguel Souto 2	1692,6	5	6	41.725,97 €	24,65 €	0,03913	26.028,33 €	15,38 €	0,02441	54.975,80 €	32,48 €	0,05156	
22 Fiães Ferradal 1	3560,4	6	6	92.916,01 €	26,10 €	0,04142	57.447,74 €	16,14 €	0,02561	126.062,48 €	35,41 €	0,05620	
23 Fiães Ferradal 2	1692,6	6	6	44.405,26 €	26,23 €	0,04164	27.220,02 €	16,08 €	0,02553	60.266,30 €	35,61 €	0,05652	
24 Fiães Ferradal 3	1692,6	6	6	44.595,83 €	26,35 €	0,04182	27.514,13 €	16,26 €	0,02580	60.697,98 €	35,86 €	0,05692	



Com reabilitação energética

Edifício	ATEE (m <sup>2</sup> )	IA1	IA2	Custo			Custo			Custo		
				Médio	Custo/m <sup>2</sup>	Cc méd	Mínimo	Custo/m <sup>2</sup>	Cc mín	Máximo	Custo/m <sup>2</sup>	Ccmáx
1 Canedo	2937,8	6	6	191.206,05 €	65,08 €	0,10331	140.147,04 €	47,70 €	0,075722	230.657,11 €	78,51 €	0,12462
2 Lobão1	2315,2	8	7	161.424,45 €	69,72 €	0,11067	116.101,19 €	50,15 €	0,079599	190.222,88 €	82,16 €	0,13042
3 Lobão2	2315,2	6	7	163.768,86 €	70,74 €	0,11228	117.890,74 €	50,92 €	0,080826	193.208,54 €	83,45 €	0,13246
4 Caldas de S Jorge	2937,8	6	6	201.085,36 €	68,45 €	0,10865	143.391,87 €	48,81 €	0,077475	238.097,17 €	81,05 €	0,12864
5 Guisande	2315,2	6	6	159.022,21 €	68,69 €	0,10903	112.637,39 €	48,65 €	0,077224	186.557,01 €	80,58 €	0,12790
6 Paços 1	2315,2	6	6	159.826,88 €	69,03 €	0,10958	113.254,60 €	48,92 €	0,077647	187.570,77 €	81,02 €	0,12860
5 Paços 2	2937,8	6	6	198.929,35 €	67,71 €	0,10748	141.700,34 €	48,23 €	0,076561	235.357,76 €	80,11 €	0,12716
8 Lourosa Cadinha 1	1692,6	8	7	114.938,09 €	67,91 €	0,10779	81.170,61 €	47,96 €	0,076121	129.411,72 €	76,46 €	0,12136
9 Lourosa Cadinha 2	1692,6	8	7	115.617,54 €	68,31 €	0,10842	81.690,71 €	48,26 €	0,076609	130.271,60 €	76,97 €	0,12217
10 Escapães	2937,8	6	6	199.489,61 €	67,90 €	0,10778	142.113,16 €	48,37 €	0,076784	236.125,99 €	80,38 €	0,12758
11 Milheirós1	2315,2	6	6	159.640,21 €	68,95 €	0,10945	113.366,64 €	48,97 €	0,077724	186.324,20 €	80,48 €	0,12774
12 Milheirós 2	1692,6	5	6	118.754,69 €	70,16 €	0,11137	83.480,65 €	49,32 €	0,078287	136.580,13 €	80,69 €	0,12808
13 Arrifana 1	1692,6	4	6	119.561,22 €	70,64 €	0,11212	84.106,25 €	49,69 €	0,078874	137.570,58 €	81,28 €	0,12901
14 Arrifana 2	1692,6	6	6	119.824,78 €	70,79 €	0,11237	84.285,53 €	49,80 €	0,079042	137.986,99 €	81,52 €	0,12940
15 S João de Ver	2315,2	8	8	153.114,17 €	66,13 €	0,10498	109.236,38 €	47,18 €	0,074892	174.788,58 €	75,50 €	0,11984
16 Mozelos 1	1692,6	4	6	120.768,23 €	71,35 €	0,11326	84.834,92 €	50,12 €	0,079557	139.866,85 €	82,63 €	0,13117
17 Mozelos 2	1692,6	4	6	120.768,23 €	71,35 €	0,11326	84.834,92 €	50,12 €	0,079557	139.866,85 €	82,63 €	0,13117
18 S Paio Oleiros 1	1692,6	7	8	115.958,03 €	68,51 €	0,10874	81.941,37 €	48,41 €	0,076844	130.739,33 €	77,24 €	0,12261
19 S Paio Oleiros 2	2315,2	6	8	153.166,19 €	66,16 €	0,10501	109.303,10 €	47,21 €	0,074938	174.755,20 €	75,48 €	0,11981
20 S Miguel Souto 1	2315,2	5	6	158.135,94 €	68,30 €	0,10842	112.234,05 €	48,48 €	0,076948	184.350,76 €	79,63 €	0,12639
21 S Miguel Souto 2	1692,6	5	6	116.028,04 €	68,55 €	0,10881	81.980,00 €	48,43 €	0,07688	130.820,58 €	77,29 €	0,12268
22 Fiães Ferradal 1	3560,4	6	6	235.811,66 €	66,23 €	0,10513	168.900,14 €	47,44 €	0,075299	278.548,99 €	78,24 €	0,12418
23 Fiães Ferradal 2	1692,6	6	6	120.041,41 €	70,92 €	0,11257	84.470,97 €	49,91 €	0,079216	138.188,83 €	81,64 €	0,12959
24 Fiães Ferradal 3	1692,6	6	6	119.546,58 €	70,63 €	0,11211	137.547,45 €	49,68 €	0,112109	137.547,45 €	81,64 €	0,12899





Sem aumento do nível de qualidade inicial - Cc\* = (Custo/m² de área de construção)/(Custo de ref.³/m² de construção) e percentagem relativa de erro entre Cc e Cc\*

Edifício	ATEE (m²)	IA1	IA2	Custo				Custo				% Erro	
				Médio	Custo/m²	Cc* méd	Mínimo	Custo/m²	Cc* mín	Máximo	Custo/m²		
1 Canedo	2937,8	6	6	75.407,65 €	30,91 €	0,04906	46.351,72 €	19,00 €	0,03015	102.583,40 €	42,04 €	0,06674	16,95%
2 Lobão1	2315,2	8	7	53.336,42 €	28,22 €	0,04479	32.590,80 €	17,24 €	0,02737	69.705,16 €	36,88 €	0,05854	18,36%
3 Lobão2	2315,2	6	7	56.612,26 €	29,95 €	0,04754	35.241,77 €	18,65 €	0,02960	73.997,67 €	39,15 €	0,06214	18,36%
4 Caldas de S Jorge	2937,8	6	6	80.074,77 €	32,82 €	0,05209	49.522,41 €	20,30 €	0,03222	109.943,52 €	45,06 €	0,07152	16,95%
5 Guisande	2315,2	6	6	61.640,01 €	32,61 €	0,05176	37.814,90 €	20,01 €	0,03176	84.501,49 €	44,71 €	0,07096	18,36%
6 Paços 1	2315,2	6	6	65.603,24 €	34,71 €	0,05509	41.095,23 €	21,74 €	0,03451	89.470,31 €	47,34 €	0,07514	18,36%
5 Paços 2	2937,8	6	6	79.936,85 €	32,76 €	0,05200	49.395,82 €	20,25 €	0,03213	109.242,84 €	44,77 €	0,07107	16,95%
8 Lourosa Cadinha 1	1692,6	8	7	37.297,37 €	27,83 €	0,04417	22.343,84 €	16,67 €	0,02646	48.556,10 €	36,23 €	0,05750	20,81%
9 Lourosa Cadinha 2	1692,6	8	7	38.273,68 €	28,56 €	0,04533	23.112,36 €	17,24 €	0,02737	49.770,19 €	37,13 €	0,05894	20,81%
10 Escapães	2937,8	6	6	81.356,87 €	33,34 €	0,05293	50.856,55 €	20,84 €	0,03309	111.876,17 €	45,85 €	0,07278	16,95%
11 Milheirós1	2315,2	6	6	63.374,05 €	33,53 €	0,05322	39.837,74 €	21,08 €	0,03346	86.415,31 €	45,72 €	0,07257	18,36%
12 Milheirós 2	1692,6	5	6	44.289,35 €	33,04 €	0,05245	27.341,33 €	20,40 €	0,03238	60.439,61 €	45,09 €	0,07158	20,81%
13 Arrifana 1	1692,6	4	6	45.341,83 €	33,83 €	0,05370	28.180,78 €	21,03 €	0,03337	61.746,66 €	46,07 €	0,07312	20,81%
14 Arrifana 2	1692,6	6	6	43.686,93 €	32,59 €	0,05174	26.834,06 €	20,02 €	0,03178	59.290,38 €	44,24 €	0,07021	20,81%
15 S João de Ver	2315,2	8	8	52.979,08 €	28,03 €	0,04449	32.320,19 €	17,10 €	0,02714	68.753,28 €	36,38 €	0,05774	18,36%
16 Mozelos 1	1692,6	4	6	45.680,65 €	34,08 €	0,05410	28.157,38 €	21,01 €	0,03335	62.909,99 €	46,94 €	0,07450	20,81%
17 Mozelos 2	1692,6	4	6	45.680,65 €	34,08 €	0,05410	28.157,38 €	21,01 €	0,03335	62.909,99 €	46,94 €	0,07450	20,81%
18 S Paio Oleiros 1	1692,6	7	8	40.451,79 €	30,18 €	0,04791	24.868,61 €	18,55 €	0,02945	53.120,40 €	39,63 €	0,06291	20,81%
19 S Paio Oleiros 2	2315,2	6	8	56.382,45 €	29,83 €	0,04735	35.022,33 €	18,53 €	0,02941	73.403,85 €	38,84 €	0,06164	18,36%
20 S Miguel Souto 1	2315,2	5	6	60.709,75 €	32,12 €	0,05098	37.620,26 €	19,90 €	0,03159	82.730,48 €	43,77 €	0,06948	18,36%
21 S Miguel Souto 2	1692,6	5	6	41.725,97 €	31,13 €	0,04941	26.028,33 €	19,42 €	0,03082	54.975,80 €	41,02 €	0,06511	20,81%
22 Fiães Ferradal 1	3560,4	6	6	92.916,01 €	31,08 €	0,04933	57.447,74 €	19,22 €	0,03050	126.062,48 €	42,17 €	0,06693	16,03%
23 Fiães Ferradal 2	1692,6	6	6	44.405,26 €	33,13 €	0,05259	27.220,02 €	20,31 €	0,03224	60.266,30 €	44,96 €	0,07137	20,81%
24 Fiães Ferradal 3	1692,6	6	6	44.595,83 €	33,27 €	0,05281	27.514,13 €	20,53 €	0,03258	60.697,98 €	45,29 €	0,07188	20,81%



Com reabilitação energética - Cc\* = (Custo/m² de área de construção)/(Custo de ref.³/m² de construção) e percentagem relativa de erro entre Cc e Cc\*

Edifício	ATEE (m²)	IA1	IA2	Custo			Custo			Custo			% Erro
				Médio	Custo/m²	Cc méd	Mínimo	Custo/m²	Cc mín	Máximo	Custo/m²	Ccmáx	(Cc*-Cc)/Cc*
1 Canedo	2937,8	6	6	191.206,05 €	78,37 €	0,12439	140.147,04 €	57,44 €	0,091174	230.657,11 €	94,54 €	0,15006	0,16948
2 Lobão1	2315,2	8	7	161.424,45 €	85,40 €	0,13556	116.101,19 €	61,43 €	0,0975	190.222,88 €	100,64 €	0,15975	0,18360
3 Lobão2	2315,2	6	7	163.768,86 €	86,64 €	0,13753	117.890,74 €	62,37 €	0,099003	193.208,54 €	102,22 €	0,16225	0,18360
4 Caldas de S Jorge	2937,8	6	6	201.085,36 €	82,42 €	0,13082	143.391,87 €	58,77 €	0,093285	238.097,17 €	97,58 €	0,15490	0,16948
5 Guisande	2315,2	6	6	159.022,21 €	84,13 €	0,13355	112.637,39 €	59,59 €	0,094592	186.557,01 €	98,70 €	0,15667	0,18360
6 Paços 1	2315,2	6	6	159.826,88 €	84,56 €	0,13422	113.254,60 €	59,92 €	0,09511	187.570,77 €	99,24 €	0,15752	0,18360
5 Paços 2	2937,8	6	6	198.929,35 €	81,53 €	0,12942	141.700,34 €	58,08 €	0,092185	235.357,76 €	96,46 €	0,15311	0,16948
8 Lourosa Cadinha 1	1692,6	8	7	114.938,09 €	85,75 €	0,13612	81.170,61 €	60,56 €	0,096127	129.411,72 €	96,55 €	0,15326	0,20812
9 Lourosa Cadinha 2	1692,6	8	7	115.617,54 €	86,26 €	0,13692	81.690,71 €	60,95 €	0,096742	130.271,60 €	97,19 €	0,15427	0,20812
10 Escapães	2937,8	6	6	199.489,61 €	81,76 €	0,12978	142.113,16 €	58,25 €	0,092453	236.125,99 €	96,78 €	0,15361	0,16948
11 Milheirós1	2315,2	6	6	159.640,21 €	84,46 €	0,13406	113.366,64 €	59,98 €	0,095204	186.324,20 €	98,58 €	0,15647	0,18360
12 Milheirós 2	1692,6	5	6	118.754,69 €	88,60 €	0,14064	83.480,65 €	62,28 €	0,098862	136.580,13 €	101,90 €	0,16175	0,20812
13 Arrifana 1	1692,6	4	6	119.561,22 €	89,20 €	0,14159	84.106,25 €	62,75 €	0,099603	137.570,58 €	102,64 €	0,16292	0,20812
14 Arrifana 2	1692,6	6	6	119.824,78 €	89,40 €	0,14190	84.285,53 €	62,88 €	0,099815	137.986,99 €	102,95 €	0,16341	0,20812
15 S João de Ver	2315,2	8	8	153.114,17 €	81,01 €	0,12858	109.236,38 €	57,79 €	0,091735	174.788,58 €	92,47 €	0,14679	0,18360
16 Mozelos 1	1692,6	4	6	120.768,23 €	90,10 €	0,14302	84.834,92 €	63,29 €	0,100466	139.866,85 €	104,35 €	0,16564	0,20812
17 Mozelos 2	1692,6	4	6	120.768,23 €	90,10 €	0,14302	84.834,92 €	63,29 €	0,100466	139.866,85 €	104,35 €	0,16564	0,20812
18 S Paio Oleiros 1	1692,6	7	8	115.958,03 €	86,51 €	0,13732	81.941,37 €	61,13 €	0,097039	130.739,33 €	97,54 €	0,15483	0,20812
19 S Paio Oleiros 2	2315,2	6	8	153.166,19 €	81,04 €	0,12863	109.303,10 €	57,83 €	0,091792	174.755,20 €	92,46 €	0,14676	0,18360
20 S Miguel Souto 1	2315,2	5	6	158.135,94 €	83,66 €	0,13280	112.234,05 €	59,38 €	0,094253	184.350,76 €	97,53 €	0,15482	0,18360
21 S Miguel Souto 2	1692,6	5	6	116.028,04 €	86,57 €	0,13741	81.980,00 €	61,16 €	0,097085	130.820,58 €	97,60 €	0,15492	0,20812
22 Fiães Ferradal 1	3560,4	6	6	235.811,66 €	78,88 €	0,12520	168.900,14 €	56,49 €	0,089674	278.548,99 €	93,17 €	0,14789	0,16030
23 Fiães Ferradal 2	1692,6	6	6	120.041,41 €	89,56 €	0,14216	84.470,97 €	63,02 €	0,100035	138.188,83 €	103,10 €	0,16365	0,20812
24 Fiães Ferradal 3	1692,6	6	6	119.546,58 €	89,19 €	0,14157	137.547,45 €	62,74 €	0,141573	137.547,45 €	103,10 €	0,16289	0,20812



# ***ANEXO S***

## Teste do Modelo de Custos



## ANEXO S. TESTE DO MODELO DE CUSTOS

Quadro S.1 - Descrição de trabalhos realizados nos edifícios de teste

CAP.	ARTº.	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS
<b>TRABALHOS PREPARATÓRIOS</b>		
<b>0</b>	<b>0.1</b>	Montagem e desmontagem de estaleiro para execução da empreitada, incluindo nomeadamente a limpeza geral da cobertura, a montagem e desmontagem das instalações provisórias do pessoal e da Fiscalização, montagem e desmontagem de andaimes, redes provisórias de electricidade e águas, obtenção das respectivas licenças, colocação de placa identificativa da empreitada e todos os trabalhos preparatórios que se demonstrem necessários ao arranque/andamento da obra, de acordo com instruções da Fiscalização, legislação em vigor e Caderno de Encargos (C.E)
<b>A</b>	<b>REABILITAÇÃO DE COBERTURAS</b>	
	<b>0.2</b>	Limpeza geral do vão do telhado, incluindo retirada de todo o entulho e forros da cobertura e transporte para vazadouro, de acordo com instruções da Fiscalização, legislação em vigor e Caderno de Encargos (C.E)
<b>1</b>	<b>OBRA DE REABILITAÇÃO</b>	
	<b>1.1</b>	Levantamento de cumes existentes, incluindo fornecimento e assentamento de novos cumes, assentes com argamassa de cimento ao traço 1:4:1, tudo de acordo com CE e indicações da Fiscalização. Cumeeira Espigão
	<b>1.2</b>	Levantamento e posterior assentamento de telhas em substituição de telhas partidas, faltosas ou deterioradas, em conformidade com instruções da fiscalização. Nota: Está incluído neste artigo a reposição das antenas nas coberturas.
	<b>1.3</b>	Reparação de chaminés existentes incluindo a remoção do reboco, execução de ceresite (traço 1:2 de cimento e areia queimado à colher), execução de chapisco e novo reboco, constituído por argamassa de cal viva cimento e areia ao traço 1:1:6 incluindo pintura com tinta plástica no mínimo duas demãos. <b>Nota: no caso de sobreposição de rufos prevê-se a colocação de linhadas de sisal.</b>
	<b>1.3.1</b>	Execução de chaminé incluindo a execução de ceresite (traço 1:2 de cimento e areia queimado à colher), execução de chapisco e reboco, constituído por argamassa de cal viva cimento e areia ao traço 1:1:6 incluindo pintura com tinta plástica no mínimo duas demãos. <b>Nota: no caso de sobreposição de rufos prevê-se a colocação de linhadas de sisal.</b>
	<b>1.4</b>	Reparação e limpeza de todas as caixas de areia, incluindo o fornecimento e colocação de tampas faltosas, partidas ou deterioradas e a revisão/reparação das caleiras de pavimento, de acordo com indicações da Fiscalização e conforme C.E..
	<b>1.5</b>	Remoção de alçapões e oclusão dos acessos ao desvão de cobertura a partir do interior das habitações através de execução de lajeta armada, de acordo com a fiscalização e C.E.
	<b>1.6</b>	Execução de abertura (alargamento da existente) de acesso a desvão de cobertura em zona comum (caixa de escadas), com secção de 0,60x0,80 m2, incluindo fornecimento e aplicação de alçapão em madeira com acabamento a verniz, de acordo com o previsto em Caderno de Encargos e instruções da Fiscalização.



<b>2</b>	<b>OBRA DE CARPINTARIA</b>	
	<b>2.1</b>	Substituição de vigas com secção de 0,22x0,08 m em madeira de pinho tratado em autoclave, tipo "Soprem" que se encontrem partidas ou deterioradas, incluindo todos os trabalhos inerentes, de acordo com as melhores normas da arte de carpinteiro bem como instruções da fiscalização.
	<b>2.2</b>	Substituição de barrotes com secção de 0,07 m em madeira de eucalipto que se encontrem partidas ou deterioradas, incluindo todos os trabalhos inerentes, de acordo com as melhores normas da arte de carpinteiro bem como o nivelamento geral dos madeiramentos nos vãos da cobertura e instruções da fiscalização.
	<b>2.3</b>	Substituição de meios-fios (frechais) em madeira de "eucalipto" que se encontrem partidos ou deteriorados, incluindo todos os trabalhos inerentes de acordo com as melhores normas da arte de carpinteiro e instruções da fiscalização.
	<b>2.4</b>	Substituição de todo o ripado existente com secção de 0,04x0,03m em madeira de eucalipto que se encontrem partidas ou deterioradas, incluindo todos os trabalhos inerentes, de acordo com as melhores normas da arte de carpinteiro bem como o nivelamento geral dos madeiramentos nos vãos da cobertura e instruções da fiscalização.
	<b>2.5</b>	Substituição/fornecimento e colocação de caleiras interiores e exteriores existentes, com secção de acordo com pormenor em anexo, constituídas em chapa zincada nº 22 com emendas rebitadas (rebites em cobre) e soldadas incluindo decapagem da chapa e respectiva pintura nas duas faces com duas demãos de "Galvacin 54-400 cor RAL 7035" colocação de embocaduras diâmetro 90mm bem como ligações aos respectivos tubos de queda conforme instruções da fiscalização e C.E.. <b>Nota: nestas caleiras as embocaduras serão compatibilizadas com os tubos de queda existentes bem como juntas de dilatação em que sempre os condutores permitam, serão espaçados de 6 m nos casos de caleiras exteriores incluem-se o fornecimento e colocação de suportes metálicos em barra de ferro devidamente zincados com 20x5mm e espaçados de 1,50m.</b>
<b>3</b>	<b>OBRA DE PICHELEIRO E PINTOR</b>	
	<b>3.1</b>	Substituição/fornecimento e colocação de rufos constituídos por chapa nº22, secção de acordo com pormenor em anexo, em chaminés existentes cravados com rebites de cobre e soldados incluindo decapagem e pintura pelas duas faces, com "Galvacin 54-400 cor RAL 7035" de acordo com indicações da fiscalização.
	<b>3.2</b>	Substituição/fornecimento e colocação de aguieiros constituídos por chapa nº22, secção de acordo com pormenor em anexo, cravados com rebites de cobre e soldados incluindo decapagem e pintura pelas duas faces, com "Galvacin 54-400 cor RAL 7035" de acordo com indicações da fiscalização.
	<b>3.3</b>	Substituição/fornecimento e colocação de capacetes de ventilação constituídos por chapa nº22, cravados com rebites de cobre e soldados incluindo decapagem e pintura pelas duas faces, com "Galvacin 54-400 cor RAL 7035" de acordo com indicações da fiscalização.
	<b>3.4</b>	Substituição/fornecimento e colocação de condutores em tubo de PVC série DIN Ø 90mm fixos para as fachadas com abraçadeiras metalizadas, espaçadas de 2,00m, de acordo com indicações da fiscalização. <b>Nota: Os condutores desaguam directamente na caixa de areia, penetrando nesta 0,10m e deverão ser providos de forquilha no topo superior.</b>
	<b>3.5</b>	Substituição / fornecimento e colocação de condutores de reforço com altura de 2,00 m em tubo de PVC, série reforçada com Ø 110mm, fixos para as fachadas com abraçadeiras metalizadas, espaçadas de 2,00 m. <b>Nota - Os condutores desaguam directamente na caixa de areia, penetrando nesta 0,10 m.</b>

CAP.	ARTº.	DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS
B		REABILITAÇÃO DE FACHADAS E ZONAS COMUNS
1		OBRA DE REABILITAÇÃO DE FACHADAS
	1.1	Demolições e Limpezas
	1.1.1	Retirada de todos os elementos existentes tais como marquises, estendais, antenas, cerâmicos e outros, incluindo transporte a vazadouro, a fim de dar seguimento aos trabalhos descritos no mapa de medição.
	1.1.2	Demolição dos conjuntos de caixas de correio de cada entrada, incluindo a remoção e transporte a vazadouro de todo o entulho resultante.
	1.1.3	Demolição das caixas de recolha de lixo e respectiva conduta ao nível da entrada, incluindo remoção e transporte a vazadouro de todo o entulho resultante. Neste artigo consideram-se incluídos todos os remates necessários à regularização das superfícies demolidas.
	1.1.4	Demolição de todos os elementos existentes na zona dos secadouros, nomeadamente lâminas em betão, caixilharias existentes, paredes, estores, grades e demais materiais e elementos existentes, incluindo o transporte a vazadouro de todos os materiais sobrantes, de acordo com C.E. e instruções da Fiscalização. Tipo S1
	1.1.5	Remoção e transporte a vazadouro das guardas metálicas dos patamares da caixa de escadas e varandas.
	1.1.6	Demolição de todas as construções existentes contíguas ao bloco, incluindo a remoção e transporte a vazadouro de todos os materiais sobrantes e reconstrução de elementos danificados ou faltosos, de acordo com instruções da fiscalização e caderno de encargos.
	1.2	Preparação das superfícies de suporte
	1.2.1	Lavagem dos panos de fachada com jacto de água sob pressão, incluindo picagem e escovagem quando necessário, de modo a garantir a diminuição das normais condições de aderência de suporte aos acabamentos finais, de acordo com C.E. e instruções da Fiscalização.
	1.2.2	Regularização de rebocos, incluindo a reparação de rebocos ociosos, soltos ou deteriorados com a aplicação de argamassa tradicional com agente de aderência ao traço 1:3, para regularização de todas as áreas e restabelecimento de planos, arestas e vãos conforme CE e indicações da Fiscalização.
	1.2.3	Execução de alvenaria de tijolo vazado de 0,30x0,20x0,07, assentes em argamassa de cimento e areia ao traço 1:4 em paredes exteriores, de acordo com C.E. e instruções da fiscalização.
	1.2.4	Execução de ombreiras em tijolo vazado, assentes em argamassa de cimento e areia ao traço 1:4 em paredes exteriores, de acordo com C.E. e instruções da fiscalização, incluindo execução de reboco.
	1.3	Execução do reboco armado impermeabilizante, constituído por barramento geral com argamassa do tipo Sika Monotop 620 ou equivalente em duas camadas numa espessura total entre 5-6 mm, incluindo incorporação de armadura de fibra de vidro anti-álcalina de 130gr/m <sup>2</sup> (mínimo).
	1.4	Pintura com tinta antifungo de elevada impermeabilidade e alta resistência aos UV, em todas as superfícies em uma demão, seguido da pintura com tinta plástica em duas demãos nos tectos sendo para superfícies verticais aplicadas duas demãos, com boa resistência à álcalis e à intempérie, de acordo com indicações da Fiscalização e Caderno de Encargos.

1.5	Tratamento da zona de cantaria, incluindo lavagem e escovagem da pedra, picagem e tratamento das juntas com argamassa, de acordo com o C.E. e instruções da Fiscalização.
2	<b>REABILITAÇÃO DO BETÃO EXISTENTE</b>
2.1	Reparação localizada das situações de corrosão das armaduras existentes nas superfícies expostas, incluindo a remoção mecânica do reboco/betão degradado, a limpeza das superfícies assim expostas, a complementação das armaduras sempre que necessário, de acordo com instruções da Fiscalização e C.E.
2.2	Aplicação em toda a extensão das armaduras de um revestimento epoxi, seguido da aplicação de verniz epoxi sem solventes como primário não pigmentado para superfícies de betão, após o qual se procederá à selagem das fendas e a recomposição e regularização das secções pela aplicação de uma argamassa tradicional ou mesmo pela aplicação de betão projectado por via seca, de acordo com indicações da Fiscalização e Caderno de Encargos.
2.3	Pintura dos elementos de betão com tinta acrílica especial para betão, de acordo com instruções da Fiscalização e C.E.
3	<b>RECUPERAÇÃO DE ESCADAS E PATAMARES DE ESCADAS</b>
3.1	Fornecimento e aplicação de marmorite em patamares sem rodapé, polido em todas as superfícies das caixas de escadas, com uma espessura média de 1,5 cm, incluindo a criação de pendente, regularização quando necessário e juntas em aço inox de acordo com as indicações da Fiscalização e C.E.
3.2	Fornecimento e aplicação de marmorite em escadas sem rodapé, polido em todas as superfícies das caixas de escadas com uma espessura média de 1,5 cm, incluindo todos os trabalhos necessários à sua execução e bom acabamento final, com respectiva pendente, de acordo com indicações da Fiscalização e Caderno de Encargos.
3.3	Fornecimento e aplicação de bicas de escoamento de águas pluviais nas zonas dos patamares.
3.4	Fornecimento e colocação de soleiras em pedra mármore em portas exteriores com 0,20 m de largura, de acordo com pormenor em anexo, instruções da Fiscalização e demais trabalhos necessários à sua aplicação.
4	<b>RECUPERAÇÃO E FORNECIMENTO DE ELEMENTOS METÁLICOS</b>
4.1	Tratamento dos elementos metálicos dos corrimões e outros existentes da caixa de escada, incluindo lixagem e desgorduramento das superfícies para aplicação de uma demão de primário de secagem rápida e duas demãos de tinta de esmalte cinco horas, de acordo com indicações da Fiscalização e C.E.
4.2	Fornecimento de acréscimo ao corrimão das escadas de acordo com pormenores, incluindo todos os remates, a aplicação de uma demão de primário de secagem rápida e duas demãos de tinta de esmalte cinco horas, de acordo com indicações da Fiscalização e C.E.
4.3	Recuperação e tratamento de elementos metálicos, incluindo fixações e remates, com lixagem e desgorduramento das superfícies para aplicação de uma demão de primário ref 42-860 das tintas CIN e duas demãos de tinta de esmalte "5 Horas", em:
4.4	Fornecimento e colocação de nºs de policia e nºs do bloco iguais aos existentes, incluindo pintura tudo de acordo com CE e indicações de Fiscalização.

5		<b>PORTAS E CAIXILHARIAS EXTERIORES</b>
	5.1	Fornecimento e montagem de estrutura de fecho das entradas, incluindo pintura, ferragens, identificação do bloco, indicação do n.º de polícia, identificação das caixas de correio por habitação, tubos de queda e demais acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento de acordo com as peças desenhadas, C.E. e instruções da Fiscalização. E1 E2
	5.2	Fornecimento e colocação de fecho das caixas de escadas, em todos os patamares intermédios, constituídos por elementos em vidro perfilados em "U", tipo MUROLUX (parede dupla, justaposta) ou equivalente, incluindo todas as fixações e acessórios necessários à sua colocação, de acordo com pormenores, C.E. e instruções da Fiscalização.
	5.3	<b>Portas de entrada</b>
	5.3.1	Fornecimento e colocação de portas de entrada em madeira de Kâmbala, incluindo, envernizamento, marcos, guarnições e pingadeira bem como todas as ferragens inerentes, olho de boi, assim como todos os trabalhos necessários ao seu perfeito funcionamento, remates, de acordo com pormenores, CE e instruções da fiscalização. Inclui-se neste artigo a remoção da porta existente.
	5.4	<b>Caixilharia exterior</b>
	5.4.1	Fornecimento e montagem de caixilharia nova em alumínio termolacado tipo Extrusal série B.0005H, com vidro simples de 6 mm, incluindo ferragens, grelhas metálicas, vidros, peitoril e padieira em madeira pelo interior e todos os acessórios, trabalhos e tratamentos necessários ao seu funcionamento, conforme descrito nas C.E., pormenores e desenhos em anexo e instruções da Fiscalização. Considera-se também neste artigo o envernizamento das peças em madeira e a remoção de todas as caixilharias existentes.
		<b>NOTA:</b> Todas as caixilharias desmontadas deverão ser avaliadas pela fiscalização quanto ao seu aproveitamento. As que forem consideradas em bom estado, deverão ser convenientemente armazenadas no local para posterior recolha, da responsabilidade do Dono de Obra. As restantes deverão ser transportadas a vazadouro da responsabilidade da Entidade Executante.
	5.4.1.1	J1 (0,60m x 0,6m)
	5.4.1.2	J2 (0,80m x 0,6m)
	5.4.1.3	J3 (1,10m x 1,10m)
	5.4.2	Fornecimento e montagem de caixilharia nova em alumínio termolacado para a marquise, incluindo ferragens, grelhas metálicas, vidros e todos os acessórios, trabalhos e tratamentos necessários ao seu funcionamento, conforme descrito nas C.E., pormenores e desenhos em anexo e instruções da Fiscalização.
	5.4.2.1	Marquises M1
	5.4.2.2	Marquises M2 - Varandas corridas
	5.4.3	Fornecimento e montagem de caixilharia nova em alumínio termolacado para a zona do secadouro, incluindo ferragens, grelhas metálicas, vidros e todos os acessórios, trabalhos e tratamentos necessários ao seu funcionamento, conforme descrito nas C.E., pormenores e desenhos em anexo e instruções da Fiscalização.
	5.4.3.1	Tipo S1
	5.5	<b>Caixa de estores</b>
	5.5.1	Fornecimento e colocação de estores, fitas e caixas de estores incluindo todos os trabalhos ao seu perfeito funcionamento, remoção da existente, envernizamento das tampas de estore de acordo com instruções da fiscalização e conforme C.E.
	5.5.2	Fornecimento e colocação de estores em fibra de vidro endurecida com PVC (vidro 27% PVC 73%) tipo "CHAVANOZ S.A." Solscreem cor a escolher pela fiscalização, com comando manual, a submeter à aprovação da fiscalização. Tudo de acordo com C.E. e instruções da fiscalização.

6	DIVERSOS
6.1	Trabalhos de construção civil de apoio á empreitada relativa á execução de infra-estruturas de redes eléctricas e de telecomunicações, de acordo com o descrito em C.T.E. e conforme instruções da Fiscalização.
6.2	Abertura e tapamento de valas, com reposição de pavimento existente, com profundidade média de 0,80 e largura de 0,60m, incluindo instalação das tubagens e infra-estruturas a fornecer pela Portugal Telecom, aplicação de banda avisadora e recobrimento de tubagens com betão pobre, bem como todos os trabalhos inerentes ao seu completo e perfeito funcionamento de acordo com o descrito em C.T.E., desenhos em anexo e conforme instruções da fiscalização.
6.3	Abertura de caboucos e execução de caixas de visita, com dimensões interiores de 0,60x0,75x1,00m, construídas em alvenaria de blocos de betão assentes sobre laje de fundação constituída por caixa de brita e betonilha, com laje de cobertura em betão armado e espessura de 0,20m. Inclui-se igualmente o revestimento interior com argamassa de cimento e areia, aplicação dos aros e respectivas tampas de acesso, a fornecer pela Portugal Telecom, bem como todos os trabalhos inerentes ao seu perfeito e completo funcionamento de acordo com o descrito no C.T.E., desenhos em anexo e conforme as instruções da Fiscalização
6.4	Abertura de caboucos e execução de caixas de visita, com dimensões interiores de 0,60x1,00x1,20m, construídas em alvenaria de blocos de betão assentes sobre laje de fundação constituída por caixa de brita e betonilha, com laje de cobertura em betão armado e espessura de 0,20m. Inclui-se igualmente o revestimento interior com argamassa de cimento e areia, aplicação dos aros e respectivas tampas de acesso, a fornecer pela Portugal Telecom, bem como todos os trabalhos inerentes ao seu perfeito e completo funcionamento de acordo com o descrito no C.T.E., desenhos em anexo e conforme as instruções da Fiscalização.